

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

LENKA ČERNOHLÁVKOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví
Akademický rok: 2011/2012



Studijní program: M3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Oděvní technologie

Vliv vlhkosti na tepelně izolační vlastnosti speciálních oděvů

The influence of moistness on heat insulating properties of special clothing

KOD/2012/01/5/MS
LENKA ČERNOHLÁVKOVÁ
Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

Rozsah práce:

Počet stran textu: 74

Počet obrázků: 28

Počet tabulek: 12

Počet grafů: 11

Počet příloh: 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:

- 1) Rešerše o fyziologických vlastnostech termoizolačních oděvů.
- 2) Proved'te teoretický rozbor vlivu vlhkosti na tepelnou vodivost.
- 3) Navrhněte a proved'te experiment měření vlivu vlhkosti na vytypovaném souboru sendvičových termoizolačních materiálů.
- 4) Dosažené výsledky analyzujte a vyhodno'te.

Prodloužení

PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Lounech, 14.12 2011

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla pod odborným vedením pana Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc. Tímto mu velmi děkuji za jeho cenné rady, připomínky a usměrnění při realizaci mé diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala zaměstnancům Katedry oděvnictví za možnost využití laboratorního zařízení. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala mé rodině za jejich psychickou a finanční podporu.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá problematikou vlivu vlhkosti na tepelně izolační vlastnosti speciálních materiálů, používaných především pro sportovní oděvy. V práci je vypracovaná rešerše o fyziologických vlastnostech termoizolačních oděvů a proveden teoretický rozbor týkající se vlivu vlhkosti na tepelnou vodivost.

Experimentální část je zaměřena na měření vybraných tepelně izolačních vlastností sendvičových materiálů při různých vlhkostech. V závěru jsou porovnány naměřené výsledky a je vyhodnoceno, který z vybraných sendvičových materiálů dosahuje nejlepších tepelně izolačních vlastností.

Klíčová slova:

Fyziologický komfort, vrstvení materiálů, tepelná vodivost, tepelná jímavost, tepelný odpor, sendvičové materiály, C – Therm TCi, klimatická komora Binder.

ANNOTATION

This dissertation deals with the influence of moisture on thermal insulating properties of special materials, used especially for sportswear. This work's focus point is the research of the physiological properties of thermal insulation of clothing and a theoretical analysis on the effect of moisture on thermal conductivity.

The experimental part is focused on the measurement of thermal insulation properties of sandwich materials during different humidities. In the conclusion, the measured results are compared and it is evaluated which of the selected sandwich materials achieves the best thermal insulating properties.

Key words:

Physiological comfort, layering of materials, thermal conductivity, thermal effusivity, thermal resistance, sandwich materials, C - Therm TCi climatic chamber Binder.

OBSAH

ÚVOD.....	12
LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	13
1 KOMFORT.....	13
1.1 PSYCHOLOGICKÝ KOMFORT	13
1.2 SENSORICKÝ KOMFORT	14
1.3 TERMOFYZIOLOGICKÝ KOMFORT.....	14
1.4 PATOFYZIOLOGICKÝ KOMFORT	15
2 ZAJIŠTĚNÍ TERMOFYZIOLOGICKÉHO KOMFORTU.....	16
2.1 PŘENOS TEPLA.....	16
2.1.1 Přenos tepla vedením (kondukcí).....	17
2.1.2 Přenos tepla prouděním (konvekci)	18
2.1.3 Přenos tepla zářením (radiací)	19
2.2 PŘENOS PLYNNÉ VLHKOSTI	19
2.2.1 Přenos plynne vlhkosti vedením	20
2.2.2 Přenos plynne vlhkosti prouděním	20
2.3 PŘENOS KAPALNÉ VLHKOSTI	21
2.3.1 Kapilární odvod kapalné vlhkosti	21
2.3.2 Migrační odvod kapalné vlhkosti.....	22
2.3.3 Difúzní odvod kapalné vlhkosti	22
2.3.4 Sorpční odvod kapalné vlhkosti	23
3 VRSTVENÍ TERMOIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ.....	24
3.1 TRANSPORTNÍ VRSTVA	25
3.2 IZOLAČNÍ VRSTVA	25
3.3 OCHRANNÁ VRSTVA	25
3.3.1 Materiály s vysokou hustotou.....	26
3.3.2 Zátěrové materiály	26
3.3.3 Membránové materiály	26
4 VLIV VLHKOSTI NA TEPELNÉ VLASTNOSTI TEXTILIÍ.....	31
4.1 VLHKOST VZDUCHU	31
4.2 TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ.....	31

4.2.1 Tepelný odpor.....	32
4.2.2 Teplotní vodivost	33
4.2.3 Tepelná jímavost	33
4.2.4 Měrná tepelná kapacita.....	34
4.3 TEPELNÁ VODIVOST	34
4.3.1 Vliv vlhkosti na tepelnou vodivost.....	35
4.3.2 Vliv teploty na tepelnou vodivost	36
4.3.3 Vliv jemnosti vláken na tepelnou vodivost	36
4.3.4 Vliv zaplnění a objemové hmotnosti na tepelnou vodivost.....	36
4.4 METODY HODNOCENÍ TEPELNĚ IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ	37
4.4.1 Analyzátor tepelné vodivosti C-Therm TCi.....	38
4.4.2 Alambeta	40
4.4.3 Togmeter	41
4.4.4 Skin model	41
5 EXPERIMENTY SOUVISEJÍCÍ S DANÝM TÉMATEM	42
6 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	46
6.1 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÝCH MATERIÁLŮ	46
6.2 MĚŘENÍ TLOUŠTKY TEXTILIÍ.....	53
6.3 MĚŘENÍ TEPELNĚ IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ ODĚVŮ	56
6.3.1 Tepelná vodivost.....	58
6.3.2 Tepelná jímavost	67
6.3.3 Tepelný odpor.....	68
7 ZÁVĚR.....	70
POUŽITÁ LITERATURA.....	72
SEZNAM PŘÍLOH.....	74

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

atd.	a tak dále
apod.	a podobně
např.	například
tzv.	takzvaný
popř.	popřípadě
resp.	respektive
Q_v	množství tepla [J/s]
λ	součinitel tepelné vodivosti soustavy vrstev oděvu
u_k	teplota pokožky [°C]
u_l	teplota venkovní vrstvy oděvu [°C]
h	tloušťka textilní vrstvy [mm]
S	plocha, kde dochází k odvodu tepla [m ²]
t	čas, za který dochází k odvodu tepla [s]
Q_p	množství tepla [J/s]
α_p	součinitel přestupu tepla prouděním [W/ m ² . K]
u_0	teplota okolního prostředí [°C]
u_1	teplota vnější strany textilie [°C]
u_2	teplota vnitřní strany textilie [°C]
Q_s	množství tepla [J/s]
σ	radiační konstanta = $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m ² /K ⁴]
Q_o	množství tepla [J/s]
Δi	měrné výparné skupenské teplo [J]
m_K	permeabilita kůže [kg/s.m ² .Pa]
P_K	parciální tlak vodní páry v úrovni pokožky [Pa]
P_0	parciální tlak vodní páry v okolí [Pa]
R	tepelný odpor [m ² .K/W]
h	tloušťka materiálu [m]
λ	součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]
α	teplotní vodivost [m ² /s]
c	měrná tepelná kapacita [J/kg.K]
ρ	hustota [kg/m ³]

b	tepelná jímavost [$\text{W} \cdot \sqrt{s} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$]
ΔQ	tepelná výměna [J]
m	hmotnost tělesa [kg]
Δt	změna teploty [K]
Q	množství tepla, které projde materiálem [J]
S	plocha textilie [m^2]
τ	čas [s]
Δt	rozdíl teplot na povrchu textilie [K]
h	tloušťka textilie [m]
PL	polyester
PP	polypropylen
PU	polyuretan
Obr.	obrázek
Tab.	tabulka

ÚVOD

V současné době je kladen stále větší důraz na komfort člověka, a to ve všech aspektech lidského života. Není tedy divu, že i výrobci oděvů a oděvních materiálů se snaží zákazníky uspokojit stále novými materiály nebo novými technologiemi výroby při zpracování oděvu. Nejen pro sportovní oděvy se stále častěji používají funkční materiály. Tyto materiály mají schopnost maximálního odvodu vlhkosti z povrchu těla, což vede k udržení tepelné pohody i při vysokém tělesném výkonu nebo v extrémních klimatických podmínkách. Dalším důležitým parametrem je u funkčních oděvů míra tepelné izolace, která je ovlivněna tloušťkou materiálu a již zmíněnou tepelnou vodivostí.

Aby oděv odváděl vlhkost od těla a zároveň tepelně izoloval, je třeba dodržet zásady správného vrstvení. Každá vrstva, ať už transportní, izolační nebo ochranná, plní svou úlohu a při nahrazení některé funkční vrstvy normálním oblečením, může dojít k přehřátí nebo prochladnutí organismu.

Cílem diplomové práce je blíže specifikovat pocit komfortu při nošení oděvů a charakterizovat jednotlivé tepelně izolační vlastnosti materiálů. Práce je tedy v první řadě zaměřena na tepelnou vodivost a jak tuto hodnotu ovlivňují další parametry, především relativní vlhkost. Stále je kladený důraz na vrstvení textilií, z tohoto důvodu jsou v experimentální části této práce zkoumané všechny tři vrstvy oděvů. Jelikož teoretický rozbor tepelně izolačních vlastností měl být zaměřen především na působení relativní vlhkosti na tepelnou vodivost, byl tento bod zadání zohledněn i při měření vybraných souborů sendvičových materiálů.

LITERÁRNÍ REŠERŠE

1 KOMFORT

Oděvní komfort je subjektivně vnímán jako pocit pohody. Jde o stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné pocity vnímané našimi smysly. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat a pracovat.

Komfort je vnímán lidskými smysly, jako je hmat, zrak, sluch, čich, a je v lidské přirozenosti vyžadovat stále vyšší stupeň uspokojení potřeb a tedy i komfortu.

Při diskomfortu mohou nastat pocity tepla nebo chladu. [1]

Komfort se dále rozděluje do čtyř skupin:

- Psychologický komfort
- Sensorický komfort
- Termofyziologický komfort
- Patofyziologický komfort

1.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort vyjadřuje především individualitu člověka. Zahrnuje velké množství hledisek, která se mohou rozdělit do několika skupin. Jsou to hlediska kulturní, náboženská, historická, skupinová, individuální, sociální, ekonomická a klimatická. Klimatickými hledisky se rozumí to, že tradiční oděv v různých geografických oblastech respektuje klimatické podmínky v dané oblasti. Takovýto oděv je v dané geografické oblasti považován za normu. Do sociálních hledisek se řadí např. věk, vzdělání nebo postavení ve společnosti. Nízká úroveň termofyziologického komfortu může být dokonce vykompenzována vysokým psychologickým komfortem, ten může být ovlivněn módními vlivy, stylem, barvou, pohodlností, konstrukčním řešením a osobními preferencemi. Z tohoto důvodu by se neměl psychologický komfort opomíjet, tvoří totiž velmi důležitou položku celkového komfortu. Je však značně subjektivní. [1]

1.2 Sensorický komfort

Zahrnuje vjemy a pocity člověka vznikající při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu. Vjem v místě kontaktu je však ovlivněn všemi vrstvami textilií, které tvoří oděv. Pocity při styku pokožky s textilií mohou být příjemné, nebo naopak nepříjemné a dráždivé. Sensorický komfort závisí na parametrech materiálu, jako jsou hmotnost, tuhost, splývavost, tloušťka, stlačitelnost, měkkost. Dále na povrchových vlastnostech, omaku, tahových a elastických vlastnostech materiálu, konstrukci a velikosti oděvu, stálosti tvaru, ale také na vzhledu oděvu. [1]

1.3 Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort vyjadřuje jinými slovy tepelnou pohodu. Ta je zajištěna zejména vnitřní teplotou lidského těla, která se pohybuje okolo 37°C. Pro celý organismus platí, že jeho vnitřní teplota zůstává konstantní, jestliže je množství tepla vyprodukované tělem rovno teple odevzdanému do okolního prostředí.

Tělesná teplota obecně není zcela stálá, je různá na různých místech těla, a i v těchto místech kolísá v závislosti na fyziologickém stavu těla a okolních podmínkách.

Jako optimální hodnoty pro mikroklima znamenající termofyziologický komfort jsou dány:

- teplota pokožky 33 - 35 °C
- relativní vlhkost vzduchu 50±10%
- rychlost proudění vzduchu 25±10 cm/s
- obsah CO₂ je 0,07%
- nepřítomnost vody na pokožce

Při normálním prokrvení organismu nedochází k pocení a ani nenastává pocit chladu. Je to tedy stav, ve kterém člověk vydrží pracovat neomezeně dlouho, stav fyziologické, psychologické a fyzikální harmonie mezi člověkem a okolím.

Je tedy nutné konstruovat oděvy tak, aby jejich schopnost přenosu tepla, kapalně i plynné vlhkosti a někdy i vzduchu, zajišťovaly při nošení tyto optimální hodnoty. [1,3]

1.4 Patofyziologický komfort

Pocit komfortu při nošení oděvních textilií je také ovlivněn působením chemických látek obsažených v materiálu, ze kterého je oděv vyroben, a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce. Působení oděvu na pokožku může vyvolat kožní onemocnění (dermatózu), která může být způsobena:

- Drážděním, které je možno vyvolat u každého člověka. Látky, způsobující podráždění jsou: soli, organická rozpouštědla, syntetické prací prostředky atd. Dráždění mohou také vyvolat textilie, zejména tkaniny obsahující středně jemná či hrubší příze obsahující PL staplová vlákna.
- Alergií, což je individuální imunologický jev, který zapříčiní kontakt s alergenem. Látky působící jako alergenys jsou: některá barviva, prací prostředky, desinfekční prostředky atd.

Je nutné řešit problém vzájemného působení lidského organismu a oděvu, usměrnit vývoj oděvních textilií tak, aby se získaly oděvní výrobky s minimální dráždivostí pokožky a současně s maximálním antimikrobiálním působením. Proti působení mikroorganismů na oděvní výrobky se používají různé chemické úpravy plošných textilií nebo vláken. [1]

2 ZAJIŠTĚNÍ TERMOFYZIOLOGICKÉHO KOMFORTU

Termofyziologický komfort souvisí s přenosem tepla a vlhkosti (plynné i kapalné) přes jednotlivé vrstvy oděvu. Je také ovlivněn prouděním vzduchu, může docházet k ochlazování větrem. Jednoduše řečeno jde o vlastnost textilie, ve které určujeme, v jaké míře propouští vlhkost a teplo od těla. Základními parametry jsou tedy tepelný a výparný odpor. Oba faktory jsou specifické pro jakékoliv textilní plošné útvary nebo kompozity.

2.1 Přenos tepla

Organismus člověka má schopnost udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem a ztráty, nepřetržitě kolísají. Kolísání je způsobeno vnitřními i vnějšími vlivy. Přenos tepla je tedy proces, ve kterém dochází k předání tepla z místa s vyšší teplotou do místa s teplotou nižší, tzv. teplotní spád. [1, 2]

Přenos tepla mezi organismem a okolím můžeme také nazvat jako termoregulace organismu, přičemž existují dva druhy termoregulace [1]:

- Chemická termoregulace – představuje tvorbu tepla, která je zároveň závislá na fyzické zátěži organismu, na jeho činnosti. Největší množství produkovaného tepla je při namáhavé činnosti organismu.
- Fyzikální termoregulace – zahrnuje podíly jednotlivých odvodů tepla z organismu, tedy tvorbu a výdej tepla.

Přenos tepla mezi člověkem a okolím může nastat těmito způsoby [4]:

- Vedením (kondukcí)
- Prouděním (konvekcí)
- Zářením (radiací)

2.1.1 Přenos tepla vedením (kondukcí)

Přenos tepla tímto způsobem by se dal nazvat jako „kontaktní způsob“ odvodu tepla. Tento přenos je uskutečněn v případě, že je oděv v těsném kontaktu s kůží. Celý proces funguje na bázi předávání kinetické energie, tudíž musí být teplota okolí nižší než teplota těla. Čím vyšší je rozdíl teplot mezi tělem a okolím, tím je přenos tepla vedením rychlejší. Proces nezávisí jen na rozdílu teplot, ale i na tloušťce vrstvy přilehlého oděvu, množství statického vzduchu v oděvu a na vnějším pohybu vzduchu. Přenos tepla vedením se uskutečňuje především na chodidlech a při sezení či ležení. [4]

$$Q_V = \lambda \cdot \frac{v_k - v_l}{h} \cdot S \cdot t$$

kde: Q_V ... Množství tepla [J/s]

λ ... součinitel tepelné vodivosti soustavy vrstev oděvu

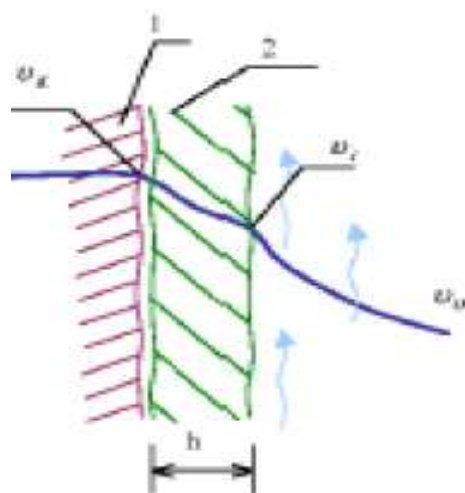
v_k ... teplota pokožky [°C]

v_l ... teplota venkovní vrstvy oděvu [°C]

h ... tloušťka textilní vrstvy [mm]

S ... plocha, kde dochází k odvodu tepla [m²]

t ... čas, za který dochází k odvodu tepla [s]



1 – pokožka

2 – textilní vrstva

Obr. 1 – Přenos tepla vedením [2]

2.1.2 Přenos tepla prouděním (konvekcí)

Jedná se o nejvýznamnější způsob přenosu tepla mezi člověkem a okolím. Mezi pokožkou a první oděvní vrstvou se předpokládá vzduchová mezivrstva, tzv. mikroklima, ve kterém dochází k částečnému proudění větru a poklesu teploty. Tepelné ztráty narůstají za větru. [4]

$$Q_p = \alpha_p \cdot S \cdot (v_2 - v_0)$$

kde: Q_p ... množství tepla [J/s]

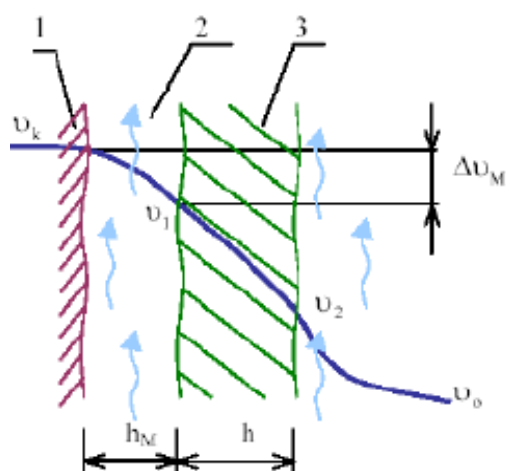
α_p ... součinitel přestupu tepla prouděním [$W/m^2 \cdot K$]

v_0 ... teplota okolního prostředí [$^{\circ}C$]

v_1 ... teplota vnější strany textilie [$^{\circ}C$]

v_2 ... teplota vnitřní strany textilie [$^{\circ}C$]

S ... plocha, kde dochází k odvodu tepla [m^2]



- 1 – pokožka
- 2 – mikroklima
- 3 – textilní vrstva

Obr. 2 – Přenos tepla prouděním [2]

2.1.3 Přenos tepla zářením (radiací)

Lidské tělo může přijímat nebo vydávat teplo zářením. Sdílení tepla sáláním značně závisí na rozdílu teploty povrchu lidského těla a okolních předmětů (těles). Vše je závislé na teplotě, vlhkosti okolí a odhalení pokožky. O výdej tepla se jedná v tom případě, že je teplota okolí nižší než teplota těla. Záření může být infračervené nebo radiační, např. infračervené plochy budov, topná tělesa atd. S radiačním ohřevem přichází člověk do styku při výrobním provozu (např. ve stavebnictví, v dopravě, hutnických a sklářských provozech apod.). [4, 5]

Přenos tepla zářením za příznivých podmínek činí 43,8 až 59,1% z celkové hodnoty tepelných ztrát. Při rozdílné teplotě vzduchu a daného předmětu může vyzařování dosahovat až 71%. [5]

$$Q_P = \sigma \cdot S \cdot [(273 + \nu_k)^4 - (273 + \nu_0)^4]$$

kde: Q_S ... množství tepla [J/s]

σ ... radiační konstanta = $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m²/K⁴]

ν_0 ... teplota okolního prostředí [°C]

ν_k ... teplota kůže [°C]

S ... plocha, kde dochází k odvodu tepla [m²]

2.2 Přenos plynné vlhkosti

Vlhkost je odváděna ve formě vodní páry. Nejčastější ztráty způsobené odpařováním vznikají v případě přehřátí těla. Vše závisí na rozdílu mezi parciálním tlakem povrchu těla a parciálním tlakem okolí.

Přenos plynné vlhkosti nastává dvěma způsoby:

- Vedením
- Prouděním

2.2.1 Přenos plynné vlhkosti vedením

Pokud je oděvní systém uzavřen, tzn. mezery mezi textilními vrstvami jsou malé a oděv je málo prodyšný. Pak se vodní pára v tomto systému přenáší převážně vedením.

$$Q_o = \Delta i \cdot m_k \cdot S \cdot (P_k - P_0)$$

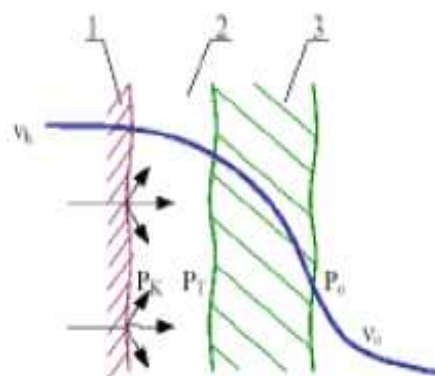
kde: Q_o ... množství tepla [J/s]

Δi ... měrné výparné skupenské teplo [J]

m_k ... permeabilita kůže [$\text{kg/s.m}^2 \cdot \text{Pa}$]

P_k ... parciální tlak vodní páry v úrovni pokožky [Pa]

P_0 ... parciální tlak vodní páry v okolí [Pa]



1 – pokožka

2 – mikroklima

3 – textilní vrstva

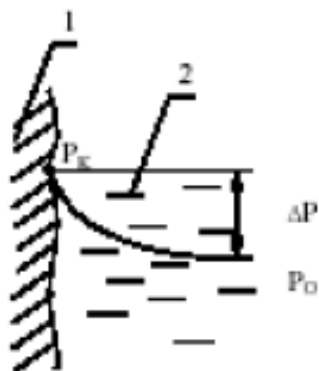
Obr. 3 – Přenos plynné vlhkosti vedením [2]

2.2.2 Přenos plynné vlhkosti prouděním

Vodní pára se přenáší částicemi tekutin a to za předpokladu, že mezi pokožkou a první vrstvou materiálu je tzv. mezní vrstva. Ta umožňuje proudění částic a částečný pokles teploty. Obdoba přenosu tepla prouděním. [1, 3]

2.3 Přenos kapalné vlhkosti

Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, lidské tělo neustále produkuje svou termoregulační činností pot. Odpařování potu může být pro zajištění tepelné rovnováhy lidského organismu velmi důležitým faktorem. Pokud je tělo neoděné, pro odpar potu stačí co nejvyšší rozdíl parciálních tlaků páry. [4]



1 – pokožka

2 - venkovní vzduchová vrstva

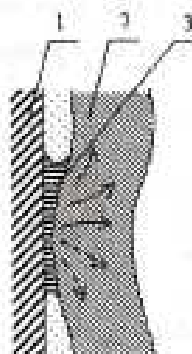
Obr. 4 – Přenos kapalné vlhkosti [1]

Odvod potu u oblečeného člověka je však o něco složitější. Tento systém pracuje na jiných principech a odvod vlhkosti z povrchu kůže se řídí těmito čtyřmi způsoby:

- Kapilárně
- Migračně
- Difúzí
- Sorpčně

2.3.1 Kapilární odvod kapalné vlhkosti

Tento způsob odvodu vlhkosti spočívá v tom, že pot v kapalné formě vzlíná kapilárními cestami do plochy textilní vrstvy. Tento proces se může opakovat u několika textilních vrstev, v tom případě se jedná o tzv. knotový efekt. Intenzita prostupu vlhkosti závisí na spádu parciálních tlaků (ΔP). Kapilární odvod závisí na smáčecí schopnosti dané textilie, popř. všech vrstev, na povrchovém napětí vláken a potu. U směsových textilií rozhoduje navíc podíl vláken s vyšší a nižší smáčivostí. [4]



- 1 – pokožka
- 2 – mikroklima
- 3 – kapalný pot

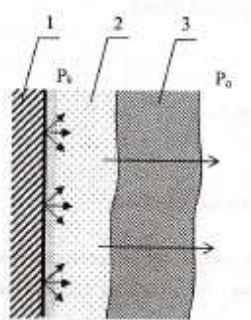
Obr. 5 – Kapilární odvod vlhkosti [1]

2.3.2 Migrační odvod kapalné vlhkosti

Voda (pot) migruje na povrchu vláken. Oděvní vrstva se nachází na teplotním spádu mezi teplotou těla, resp. mezivrstvou a teplotou okolí, proto může za těchto podmínek dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu vláken. Tato voda je odvedena do kapilár nebo migruje na povrchu vláken. Tento proces nastává u vláken, která nemají schopnost nasákavosti, tedy nepřijímají vodu do své struktury. [4]

2.3.3 Difúzní odvod kapalné vlhkosti

V porézním prostředí, jakým jsou textilie, je vlhkost z povrchu těla odváděna difúzí prostřednictvím pórů. Póry se svou velikostí a tvarem zúčastňují na kapilárním odvodu. Vlhkost prostupuje textilií ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry.



$$P_k > P_o$$

- 1 – pokožka
- 2 – mikroklima
- 3 – kapalný pot

Obr. 6 - Difúzní odvod vlhkosti [1]

Difúzní odvod jednotlivých oděvních vrstev se pak sčítá, přičemž značnou roli hraje i odpor vzduchových mezivrstev. Každá vrstva může být z jiného materiálu. [4]

2.3.4 Sorpční odvod kapalné vlhkosti

Tento proces je nejpomalejší ze všech uvedených procesů pro odvod vlhkosti. Aby se uskutečnil proces sorpce, musí textilie aspoň z části obsahovat vlákna se sorpčními schopnostmi. Při sorpčním procesu dochází nejprve ke vzniku vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následnému navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře.

Na odvodu potu se podílí všechny způsoby transportu vlhkosti současně. Způsob kapilární odvádí vlhkost ve formě kapaliny, způsoby migrační, difúzní a sorpční pak ve formě kapalin i vodních par. Z hlediska dosažení oděvního komfortu je optimální kombinace difúzního a sorpčního způsobu odvodu vlhkosti. [1, 4]

3 VRSTVENÍ TERMOIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ

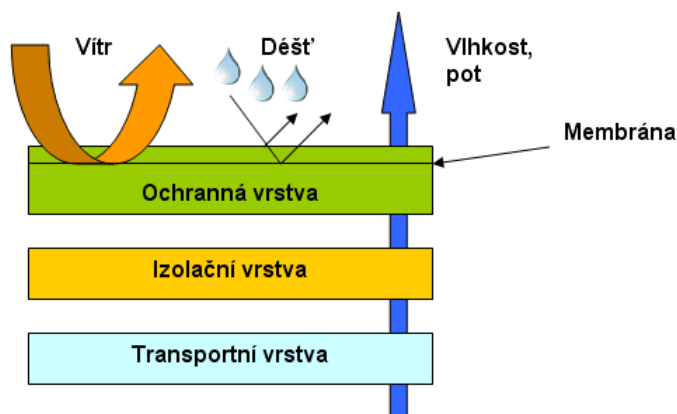
Úkolem vrstvení je koordinovat transport tepla a vlhkosti, a tím zabránit vzniku nepříjemných pocitů v podmínkách chladu nebo vlhka.

Základní pravidla pro správné vrstvení [2]:

- každá z vrstev musí odvádět vlhkost od těla
- spodní vrstva oděvu musí přiléhat přímo na tělo a je použit materiál s nejlepším odvodem vlhkosti (udrží pokožku v suchu a nestudí)
- další vrstva zajišťuje tepelnou izolaci a také odvádí vlhkost
- je lepší obléci si dvě slabší vrstvy, které se doplňují, než jednu silnou vrstvu

Základní systém správného vrstvení [6]:

1. vrstva – transportní
2. vrstva – izolační
3. vrstva – ochranná



Obr. 7 – Vrstvení materiálu [6]

3.1 Transportní vrstva

První vrstva má za úkol stabilizovat tělesnou teplotu, tedy zabránit přehřátí nebo prochlazení organismu vlivem nahromaděné vlhkosti. Zajišťuje rychlý odvod vlhkosti od povrchu těla do okolí a tepelnou izolaci. Přiléhá přímo na tělo, nezpůsobuje alergie a je příjemná na omak.

Materiály mohou být:

- Hydrofobní – polyamid, polyester, polypropylen.
- Hydrofilní – bavlna, viskóza, vlna.

3.2 Izolační vrstva

Druhá vrstva má zajistit tepelnou izolaci a odvod vlhkosti od první vrstvy do okolí. Ideální materiál používaný na izolační vrstvu je lehký, teplý, nedrží vlhkost, rychle schne a je příjemný na omak. Používají se rozmanité druhy izolačních vláken a tkanin, různé druhy fleecu a pleteniny s intenzivním počesáním. Mezi tyto materiály patří např. Polartec, Tecnopile a FieldSensor.

3.3 Ochranná vrstva

Třetí vrstva textilie zajišťuje ochranu před nepříznivými vlivy počasí, ochranu před pronikáním vlhkosti z okolí, odvod vlhkosti od 2. vrstvy do okolí a ochranu vůči větru a UV záření. [2, 6]

Používané materiály [7]:

- Materiály s vysokou hustotou
- Zátěrové materiály
- Membránové materiály

3.3.1 Materiály s vysokou hustotou

Jedná se o nejstarší tkaniny, které mají vodoodpudivé vlastnosti. Tyto omezené vodoodpudivé vlastnosti jsou umožněny novou technologií, impregnací a způsobem tkaní jednotlivých vláken, kde dostava obsahuje až 98 nití na centimetr. Prodyšnost textilie je velmi dobrá, liší se podle parametrů tkaniny a použité finální úpravy. Tkané materiály jsou v poslední době hodně používané. K omezení nasákavosti těchto materiálů se často používá dodatečná vodoodpudivá (hydrofobní) úprava. Pro její dlouhodobou účinnost je pak vhodné ji čas od času obnovit.

3.3.2 Zátěrové materiály

Tyto materiály mají trvalou impregnaci, která vzniká nanášením vhodné hmoty přímo na nosnou textilií v různě silných vrstvách. Podle nanášené hmoty pak zátěry mohou být na bázi polyuretanu (PU), akrylu, polyvinylchloridu (PVC) a mnoha dalších. Nejčastěji používaný zátěr pro sportovní materiály je na bázi polyuretanu. Obecně mají tyto materiály horší prodyšnost, ale nižší cenu než materiály s membránou. [7]

Zátěrové materiály dělíme na:

- Neprodyšné zátěrové materiály – na materiálu je nanesen pružný pevný film. Používají se především pro technické účely (autoplachty, stany, batohy) nebo části oděvů, jako např. vsadky na kolena, lokty a náramenice.
- Prodyšné zátěrové materiály - tento materiál můžeme dále dělit na hydrofobní, hydrofilní a mikroporézní.

3.3.3 Membránové materiály

Membrána je tenká vrstva polymerního materiálu, folie o rozměrech 0,2mm - 10μm, která je obtížně zpracovatelná samostatně. Někdy proto dochází ke spojení membrány a nosné tkaniny laminací. Aby membrána ideálně fungovala, musí být chladnější než venkovní klima a suchá na vnější straně. Proto se impregnuje vnější textilie, na níž je membrána nalamínovaná. Membrána zajišťuje dokonalou propustnost vlhkosti od organismu a zároveň nepropustnost vody a větru z okolního prostředí.

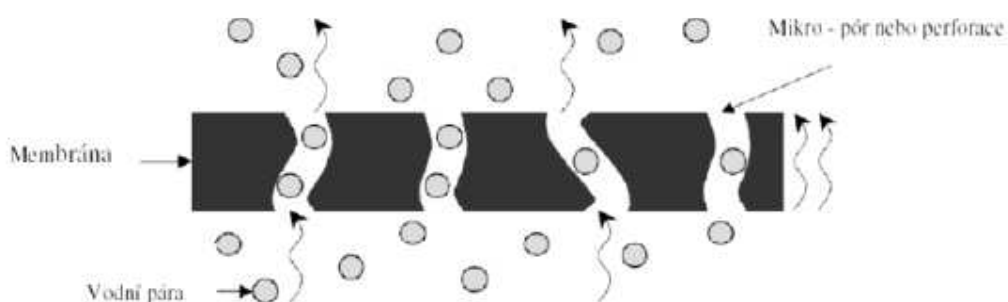
Laminování je spojení 2 - 3 vrstev a provádí se pomocí pojiva v ploše, nebo bodově pomocí horkého válce, plamene nebo ultrazvuku. Po ochlazení textilie dochází k vytvoření pevného spoje. Jako pojivo se nejčastěji používá polytetrafluoretylen (PTFE), polyester (PL) nebo polyuretan (PU). Výrobek z laminátu je 100% nepromokavý pokud má švy podlepené, laminované nebo svařované. [7]

Typy membrán [2]:

- Mikroporézní membrána
- Neporézní membrána

Mikroporézní membrána

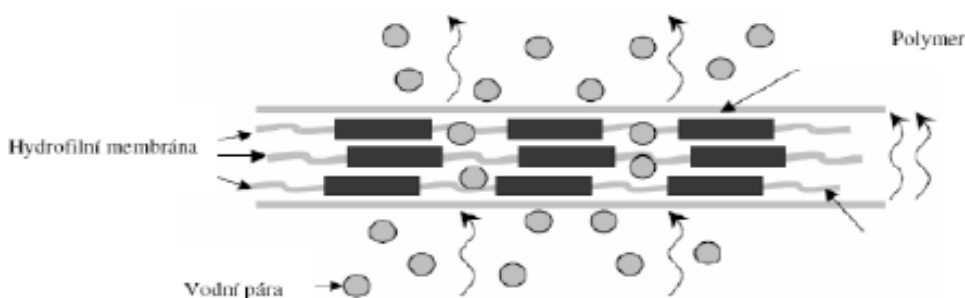
Póry membrány jsou asi 20 000krát menší než kapka vody, a přitom 700krát větší než molekuly vodní páry. Voda v kapalném skupenství nemůže membránou proniknout, zatímco v plynném skupenství proniká snadno. Aby se zajistila odolnost proti větru, jsou póry rozmístěny chaoticky s lomenými dráhami. Mikroporézní membrány dosahují vysokých hodnot paropropustnosti, přes 20 000g/m²/24hod, přičemž velikost pórů se pohybuje v desetinách mikrometrů. Nevýhodou mikroporézní membrány je, že vlivem působení nečistot, tukových a prachových částic nebo pracích prostředků dochází k ucpávání pórů. Proto jsou na jednotlivé materiály používány různé úpravy.



Obr. 8 - Mikroporézní membrána [2]

Neporézní membrána

Tato membrána pracuje na odlišném principu, nemá žádné otvory (póry) a přenos vlhkosti je založen na chemicko-fyzikálním procesu. Membrána je schopna transportovat již zkondenzovanou vodu (pot). Ta je na vnitřní straně membrány rozváděna do materiálu, na určitou dobu se stává součástí membrány, a poté je transportována na povrch textilie. Údržba neporézní membrány je snazší než u membrány porézní, jelikož nedochází k ucpávání pórů. Nevýhodou této membrány je, že pára prostupuje materiálem pomaleji než u mikroporézní membrány. [2]



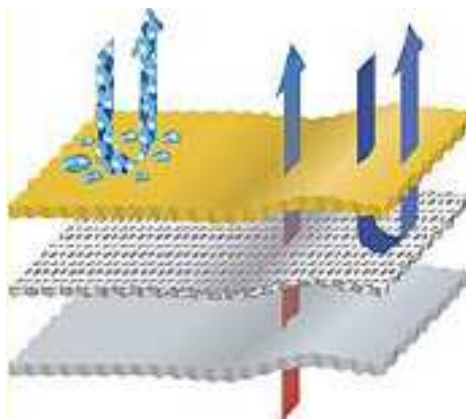
Obr. 9 - Neporézní membrána [2]

Způsoby spojení membrány s vrchovým či podšívkovým materiálem [7]:

- Volně vložená membrána
- Dvoustvrstvé lamináty
- Třívrstvé lamináty

Volně vložená membrána (Z – liner materiály)

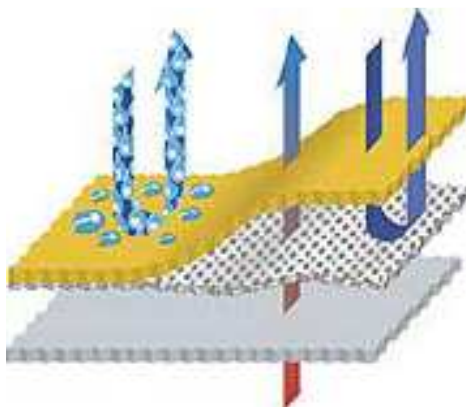
Zde je membrána volně vložená mezi podšívku a vrchový materiál, nepoužívá se tedy laminace. Je zajištěna dobrá splývavost oděvu, příjemný omak, nižší cena a prodyšnost materiálu v závislosti na použití vrchového materiálu. Toto provedení umožňuje jakékoliv stříhové řešení i u materiálů, na které by se špatně laminovalo. Často se používá u módního oblečení, ale také u rukavic a bot. Nevýhodou je nízká ochrana membrány.



Obr. 10 - Volně vložená membrána (Z – liner materiály) [2]

Dvouvrstvé lamináty

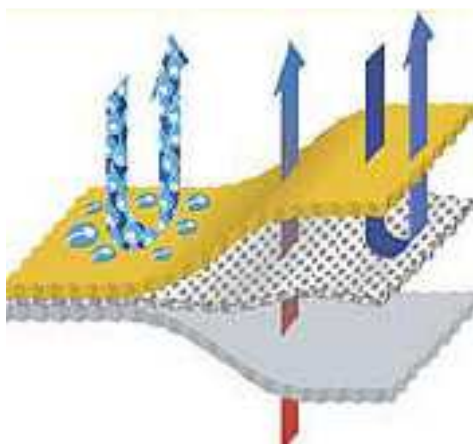
Membrána je nalaminovaná pouze na jednu vrstvu, ve většině případů na vrchový materiál. Z vnitřní strany oděvu pak bývá zakryta volnou podšívkou. Podšívka brání poškození membrány a kontaktu těla s membránou. Laminátováním se snižují parametry nepromokavosti a prodyšnosti původní samostatné membrány, avšak zlepšuje se odolnost vůči poškození. Dále má tento materiál dobré estetické a komfortní vlastnosti, příjemný omak a nižší cenu.



Obr. 11 - Dvouvrstvý laminát [2]

Třívrstvé lamináty

V tomto případě je membrána nalaminovaná mezi vnější vrstvu a podšívku, čímž je membrána mechanicky chráněna a odpadá podšívkování oděvu. Tento způsob provedení spoje je nejodolnější a nejpevnější, ale také u něj dochází ke zhoršení tepelně izolačních vlastností a ke zvýšení tuhosti. Třívrstvý laminát je vhodný pro náročné až extrémní podmínky. [7]



Obr. 12 - Třívrstvý laminát [2]

Podmínky zpracování membránových a zátěrových materiálů [2]:

1. Všechny speciální materiály musí být zpracovány správnou stranou k povrchu výrobku.
2. Při zpracování nesmí být membrána poškozena, jinak dochází k průniku vlhkosti.
3. Všechny díly a součásti musí být zhotoveny z materiálů, které zajišťují nepromokavost a těsnost švů.
4. Použitím podšívky či ostatních doplňkových materiálů nesmí být příliš snížena propustnost vodních par.
5. Švy se zhotovují za použití jehly se zaobleným hrotem nebo pomocí nekonvenčních způsobů spojování.
6. Všechny šité švy výrobků s membránou by měly být zajištěny speciální natavenou plastovou páskou.

4 VLIV VLHKOSTI NA TEPELNÉ VLASTNOSTI TEXTILIÍ

4.1 Vlhkost vzduchu

Atmosférický vzduch je dle definice složen z plynů, které dohromady tvoří tzv. suchý vzduch. Zpravidla je také jednou ze základních vlastností ovzduší i vlhkost. Ta je ve vzduchu nejčastěji přítomná jako přehřátá vodní pára. Za určitých okolností se však může ve vzduchu vyskytovat též jako rozptýlená vodní mlha nebo vločky sněhu.

Vlhkost tedy udává, jaké množství vody (vodní páry, mlhy nebo vlček sněhu) obsahuje dané množství suchého vzduchu. Vodní pára je neustále přítomná v atmosféře. Do ovzduší se dostává odpařováním z vodních hladin, ale i z každého vlhkého povrchu. Vyjadřuje se několika charakteristikami:

Absolutní vlhkost vzduchu vyjadřuje hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. Označuje se Φ a základní jednotku má $[\text{kg}/\text{m}^3]$. Jedná se v podstatě o hustotu par při určitém tlaku a dané teplotě. Řádově se hodnoty absolutní vlhkosti pohybují v $[\text{g}/\text{m}^3]$.

Relativní vlhkost vzduchu udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Označuje se jako ϕ a jedná se o veličinu bezrozměrnou [-]. Relativní vlhkost se mění v rozmezích mezi 0 pro suchý vzduch a 1 pro vlhký vzduch nasycený. Může se udávat též v procentech [%]. Člověk se cítí dobře v prostředí, jehož relativní vlhkost je v rozmezích $\phi = 0,4 - 0,7$. K měření relativní vlhkosti vzduchu slouží tzv. vlhkoměry, které jsou založeny na vlastnosti některých látek, jež mění se změnou vlhkosti některou svou fyzikální vlastnost, např. délku. [8]

4.2 Tepelně izolační vlastnosti textilních materiálů

Na tepelné vlastnosti textilií, tedy na tepelnou vodivost, tepelný odpor, teplotní vodivost, tepelnou jímavost a další parametry, má vliv celá řada vnitřních i vnějších vlivů. Mezi ně patří např. jemnost vláken, jejich hustota a parametry, vlhkost, druh vazby a také druh vláken. Dále jsou tepelné vlastnosti ovlivněny tloušťkou textilie, teplotou okolí, obsahem vzduchu v textilií, povrchovou úpravou materiálu, strukturou textilie, zaplněním, stlačitelností, prodyšností, technologií zpracování a dalšími faktory.

Tepelně izolační vlastnosti jsou charakterizovány především tepelnou vodivostí neboli schopností vést teplo. Jelikož se tato práce zabývá především touto vlastností, je tepelné vodivosti věnována samostatná kapitola. Zbylé tepelně izolační vlastnosti jsou popsány níže. [5]

4.2.1 Tepelný odpor

Tepelný odpor je veličina, která přímo závisí na tloušťce materiálu a tepelné vodivosti a vyjadřuje schopnost materiálu zadržet teplo. Značí se R a základní jednotkou je $[m^2.K/W]$.

$$R = \frac{h}{\lambda}$$

kde: R ... tepelný odpor $[m^2.K/W]$

h ... tloušťka materiálu $[m]$

λ ... součinitel tepelné vodivosti $[W/m.K]$

Pro dosažení co nejvyšší hodnoty tepelného odporu je cílem, aby tloušťka materiálu byla co největší a hodnota tepelné vodivosti co nejnižší. Při vícevrstevném materiálu se jednotlivé tepelné odpory sčítají. [9]

4.2.2 Teplotní vodivost

Parametr, který vyjadřuje schopnost látky vyrovnávat rozdílné teploty při neustáleném šíření tepla. Teplotní vodivost se značí α a její základní jednotkou je $[\text{m}^2/\text{s}]$. Je rovna podílu tepelné vodivosti a součinu její objemové hmotnosti a měrné tepelné kapacity při stálém tlaku. Čím je hodnota teplotní vodivosti vyšší, tím látka rychleji vyrovnává teplotu.

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}$$

kde: α ... teplotní vodivost $[\text{m}^2/\text{s}]$

λ ... součinitel tepelné vodivosti $[\text{W}/\text{m.K}]$

c ... měrná tepelná kapacita $[\text{J}/\text{kg.K}]$

ρ ... hustota $[\text{kg}/\text{m}^3]$

Všechny uvedené parametry jsou závislé na vnějších podmínkách, především na změně vlhkosti a teploty. Proto je potřeba při výpočtech znát přibližné hodnoty teplotní vodivosti při různých teplotách i vlhkostech. [10]

4.2.3 Tepelná jímavost

Tepelná jímavost charakterizuje dynamiku tepelného děje při kontaktu s okolím. Označuje se b a základní jednotku má $[\text{W} \cdot \sqrt{\text{s}}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$. Vyjadřuje pocit chladu a tepla. Platí závislost, čím menší je tepelná jímavost, tím větší je hřejivost textilie. [1]

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$$

kde: b ... tepelná jímavost $[\text{W} \cdot \sqrt{\text{s}}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

λ ... součinitel tepelné vodivosti $[\text{W}/\text{m.K}]$

ρ ... hustota $[\text{kg}/\text{m}^3]$

c ... měrná tepelná kapacita $[\text{J}/\text{kg.K}]$

Tepelná jímavost, někdy také označována jako tepelný pulz, závisí na složení, struktuře a povrchu materiálu. Znalost tepelné jímavosti by se tedy měla promítnout do vlastní konstrukce textilie, kde by se úpravou povrchu textilie dosáhlo co nejnižší hodnoty tepelné jímavosti. [11]

4.2.4 Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita udává, jaké množství tepla je třeba dodat jednomu kilogramu látky, aby se její teplota zvýšila o jeden stupeň kelvina. Jedná se o veličinu, která pro různé látky a různá skupenství má různé hodnoty. Značí se c a její základní jednotkou je [J/kg.K].

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta t}$$

kde: c ... měrná tepelná kapacita [J/kg.K]

ΔQ ... tepelná výměna [J]

m ... hmotnost tělesa [kg]

Δt ... změna teploty [K]

Pokusy ukazují, že se měrná tepelná kapacita látek mění se změnou teploty. U všech látek se s klesající teplotou jejich měrná tepelná kapacita snižuje, ale pokles není příliš velký. Proto je možné považovat měrné tepelné kapacity v jistém teplotním intervalu za konstantní. [12]

4.3 Tepelná vodivost

Tepelná vodivost je fyzikální veličina, která vyjadřuje schopnost dané látky vést teplo. Označuje se λ a její základní jednotkou je [W/m.K]. Tuto veličinu charakterizuje součinitel tepelné vodivosti a představuje rychlost, jakou se teplo šíří a přenáší z jedné zahřáté části materiálu do jiné, chladnější části materiálu. Přitom se předpokládá, že teplo se šíří pouze v jednom směru. Tento součinitel se zjišťuje experimentálně a není pro týž materiál konstantní, mění se v závislosti na mnoha činitelích.

Výpočet tepelné vodivosti vychází z obecného vzorce pro výpočet tepla.

$$Q = \lambda \cdot S \frac{\Delta t}{h} \cdot \tau$$

$$\lambda = \frac{Q \cdot h}{S \cdot \tau \cdot \Delta t}$$

kde: Q ... množství tepla, které projde materiálem [J]

λ ... součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]

S ... plocha textilie [m²]

τ ... čas [s]

Δt ... rozdíl teplot na povrchu textilie [K]

h ... tloušťka textilie [m]

Textilie jsou při měření tepelné vodivosti ovlivňovány několika faktory, jako jsou vlhkost vláken v textili, teplota, jemnost vláken, zaplnění, objemová hmotnost textilie a další. [13]

4.3.1 Vliv vlhkosti na tepelnou vodivost

Vlhkost působí z hlediska izolačních vlastností nepříznivě, neboť zvyšuje tepelnou vodivost. V tomto případě se jedná o vlhkost relativní, která se označuje φ a je bezrozměrná [-] nebo se vyjadřuje procentuálně [%]. Již nepatrné zvětšení obsahu vlhkosti může znamenat podstatné zvýšení součinitele tepelné vodivosti. Tento jev lze odůvodnit tím, že část vzduchových pórů v textili je zaplněna vodou, která má mnohem větší tepelnou vodivost než vzduch. [14]

4.3.2 Vliv teploty na tepelnou vodivost

Teplota charakterizuje tepelný stav předmětů. Značí se t , základní jednotkou je [K] a vedlejší jednotkou je [°C].

Při měření tepelné vodivosti lze vypožorovat rostoucí závislost tepelné vodivosti na změně teploty. Při nárůstu teploty dochází k průchodu většího množství tepla textilií, což v konečném důsledku vede ke zvýšení tepelné vodivosti.

Můžeme tedy říci, že součinitel tepelné vodivosti roste se zvyšující se teplotou lineárně.

4.3.3 Vliv jemnosti vláken na tepelnou vodivost

Jemnost vláken se značí T , základní jednotkou je [tex] a je definována jako hmotnost vlákna na jednotku jeho délky.

Nejmenší tepelnou vodivost mají materiály z velmi jemných vláken, neboť jejich použitím zajistíme minimální mezivláknenné prostory, ve kterých by se udržoval vzduch. Jelikož je vzduch nejlepší izolant, je proto součinitel tepelné vodivosti nízký.

Naopak při použití hrubých vláken jsou izolační vlastnosti materiálu nepříznivě ovlivněny. Prostory mezi vlákny jsou dostatečně velké, aby mezi nimi mohl proudit vzduch, čímž se zvyšuje součinitel tepelné vodivosti.

Z výše uvedeného textu plyne, že jemnost vláken přímo ovlivňuje součinitel tepelné vodivosti. [11]

4.3.4 Vliv zaplnění a objemové hmotnosti na tepelnou vodivost

Zaplnění textilie je definováno jako poměr objemu nitě k celkovému objemu textilie, neboli podíl textilií na mezivláknenné prostory. Je označováno μ a jedná se o bezrozměrnou veličinu [-] ležící na intervale $\langle 0,1 \rangle$.

Objemová hmotnost textilie neboli hustota pro pórovité materiály, je poměr hmotnosti textilie k objemu textilie. Značí se řeckým ρ a základní jednotkou je [kg/m³].

Každá textilie, která je složená ze základního materiálu a mezivláknenných vzduchových prostor, má hodnotu tepelné vodivosti pohybující se v rozmezí tepelné vodivosti vzduchu a pevného materiálu.

Tato hodnota závisí na počtu, tvaru a velikosti vzduchových pórů a tím na uložení vláken v prostoru. Je tedy snadno ovlivnitelná parametry vláken a technologií zpracování. Použití krátkých, jemných a zkadeřených vláken vede k velkému počtu vzduchových komůrek, kde je vzduch v podstatě uzavřen, proto se teplo přenáší pouze vedením a sáláním a hodnota tepelné vodivosti je nízká. V případě větších vzduchových komůrek je teplo přenášeno především prouděním, čímž je větší tepelný tok i tepelná vodivost.

Souhrnem lze říci, že s rostoucí hodnotou zaplnění i objemové hmotnosti roste hodnota tepelné vodivosti, jelikož obsahují větší procento vláken než vzduchu. [15]

S tepelnou vodivostí se nesetkáváme pouze v oděvním průmyslu. Využívá se v mnoha jiných průmyslových odvětvích s chemickým využitím, především ve stavebnictví. V těchto oblastech se upřednostňují tzv. „izolanty“, což jsou látky, jejichž součinitel tepelné vodivosti je nízký. Nejnižší součinitel tepelné vodivosti mají plyny ($\lambda_{\text{vzduchu}} = 0,024 \text{ [W/m.K]}$), proto textilie s velkým množstvím vzduchových mezer vedou teplo špatně a používáme je v oděvním i technickém průmyslu.

Oproti tomu jsou pevné látky s vysokým součinitelem tepelné vodivosti, které nazýváme „vodiče“. Mezi nejlepší vodiče patří kovy, jejich tepelná vodivost se pohybuje od 300 [W/m.K].

4.4 Metody hodnocení tepelně izolačních vlastností materiálů

Existuje mnoho metod a příslušných zařízení, které slouží k hodnocení tepelné vodivosti. Většina těchto přístrojů proměřuje i jiné tepelně izolační vlastnosti textilních materiálů, kterými jsou např. teplotní vodivost, tepelná jímavost, tepelný odpor.

Tepelnou vodivost lze měřit metodami stacionárními i nestacionárními. Pro větší přesnost jsou měření prováděna především stacionárními metodami. [4]

Zde jsou stručné charakteristiky vybraných přístrojů, které slouží k měření vlastností termofyziologického komfortu, především pak k měření vlivu vlhkosti na tepelnou vodivost.

4.4.1 Analyzátor tepelné vodivosti C-Therm TCi

Výrobek firmy C-THERM TECHNOLOGIES Ltd., Canada umožňuje zcela novou úroveň testování tepelně-fyzikálních vlastností oděvu. Jedná se o moderní zařízení, které je navrženo tak, aby jednoduchou, vysoce přesnou charakteristikou přímo změřilo tepelnou vodivost a tepelnou jímavost textilií. Nepřímo lze potom měřit teplotní vodivost, měrnou tepelnou kapacitu, hloubku průniku tepla a tepelný odpor. Tyto vlastnosti je možno následně získat pomocí níže uvedených výpočtů.

Teplotní vodivost - α [m^2 / s]

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho * c}$$

Kde λ je součinitel tepelné vodivosti, c je měrná tepelná kapacita a ρ je hustota. Pro tento výpočet musí být nejprve vypočítaná měrná tepelná kapacita.

Měrná tepelná kapacita - c [$\text{J} / \text{kg.K}$]

$$c = \frac{b^2}{\lambda * \rho}$$

Kde b je tepelná jímavost, λ je součinitel tepelné vodivosti a ρ je hustota. Přičemž hustota musí být zadána a tepelná jímavost a tepelná vodivost musí být k dispozici pro výpočet.

Tepelný odpor - R [$\text{m}^2.\text{K} / \text{W}$]

$$R = \frac{h}{\lambda}$$

Kde h je tloušťka materiálu a λ je součinitel tepelné vodivosti. Tato vlastnost se používá jen pro izolační materiály.

Hloubka průniku tepla - d [m]

$$d = \sqrt{4 * \alpha * t}$$

Kde α je teplotní vodivost a t je čas testu kalibrace tepelné vodivosti. Teplotní vodivost, tepelná kapacita nebo hustota musí být zadane pro tento výpočet.

Přístroj C-Therm TCI nevyžaduje žádné kalibrace nebo přípravy vzorků. Velikost zkoumaného vzorku může být velmi malá, jelikož čidlo přístroje má přibližně velikost mince. Neexistují tedy žádná omezení ohledně toho, jak velký vzorek musí být při měření používán. Zkušební doba je obvykle pouhých několik sekund a celé měření je založené na automatizovaném testování.

Tento přístroj není určen jen k měření textilií, ale i k testování např. kovů a keramiky, kapalin, sypkých materiálů a pěny. Systém testuje materiály s tepelnou vodivostí od 0 do 100 W/m.K během 5 sekund. Při použití klimatizační komory umožňuje měření v teplotním rozsahu od -50°C do 200°C. [16]



Obr. 13 - Analyzátor tepelné vodivosti C-Therm Tci [16]

Přístroj používá jednostranný tepelně odrazový snímač, který se skládá z měřicího snímače, řídicí elektroniky a počítačového softwaru. Ve snímači se nachází topné těleso, které tvoří snímač ve tvaru spirály obemknutý ochranným kroužkem. Přesně definovaný proud je aplikován na snímač topného tělesa, které pak produkuje malé množství tepla. Toto teplo proudí během testu směrem od senzoru do materiálu.

Výsledkem je nárůst teploty na rozhraní mezi senzorem a vzorkem, obvykle je to méně než 2°C. Tento nárůst teploty na rozhraní snímače vyvolá změnu úbytku napětí na snímači. Tempo růstu napětí ve snímači se používá k určení tepelně izolačních

charakteristik materiálu vzorků. Existuje zde nepřímá úměra, neboť čím větší je tepelně izolační schopnost materiálu, tím strmější je nárůst napětí.

Výsledky měření jsou zobrazeny v reálném čase na obrazovce počítače, kde pak mohou být dále zpracovány. [16]

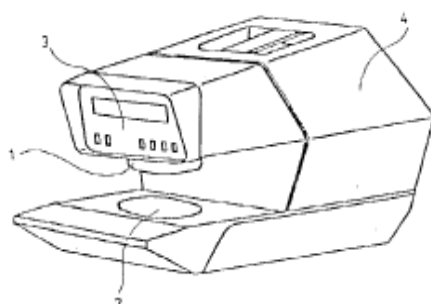
4.4.2 Alambeta

NORMA IN 23-304-02/01

Tento přístroj měří termofyzikální parametry textilií, případně jiných netextilních materiálů. Naměřené hodnoty jako jsou např. tloušťka materiálu (**h** [mm]), tepelný odpor (**R** [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$]), tepelná vodivost (**λ** [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$]), tepelný tok (**q** [W/m^2]), teplotní vodivost (**a** [m^2/s]), tepelná jímavost (**b** [$\text{W}\cdot\sqrt{\text{s}}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]) atd., jsou vhodné k posuzování tepelně vodivých vlastností textilií.

Jedná se o poloautomatický počítačem řízený přístroj, který zároveň obsahuje program zabráňující chybným operacím přístroje a jehož podstatou je matematické zpracování časového průběhu tepelných toků. Celá procedura měření, včetně zpracování výsledků trvá méně než 3-5 min.

Horní čelist přístroje je vyhřívaná na 35°C. Tato teplota odpovídá konstantní teplotě lidské pokožky, proto je nutné umístit testovaný vzorek rubem nahoru, v případě vrstveného materiálu směruje 1. vrstva k horní čelisti. Přítlak měřicí hlavičky je 400 Pa.



- 1 vyhřívaná měřicí hlavice
- 2 měřicí podložka
- 3 ovládací panel s displejem
- 4 vyhodnocovací část, umožňuje pohyb měřicí hlavy a zajišťuje její definovaný přítlak

Obr. 14 – Schéma alambety [17]

Největší vliv na tepelný omak textilií má změna jejich vlhkosti. Doba hodnocení tepelné jímavosti textilních vzorků na tomto přístroji je naštěstí velmi krátká, takže hodnocení vlhkých vzorků je spolehlivé, vzorky během měření nestačí vyschnout. [17]

4.4.3 Togmeter

NORMA ISO 5058 ČÁST 1 (BS 4745)

Togmeter je přístroj na měření tepelně izolačních vlastností materiálů. Stanovuje tepelný odpor (R [$m^2.K/W$]) a tepelnou vodivost (λ [$W/m.K$]) textilií. Čím je vyšší tepelný odpor, tím jsou lepší termoizolační vlastnosti materiálu. Přístroj je vybaven teplotními čidly a topné těleso je ovládáno digitálním ovladačem teploty. Tento přístroj je uložen ve skříni s řízeným prouděním vzduchu.

Zkušební vzorky jsou kruhové o průměru 33 cm, důležité je, aby vzorky nebyly pomačkány a nevyskytovaly se na nich záhyby. Před testováním musí být vzorky klimatizovány po dobu 24 hodin. [18]

4.4.4 Skin model

NORMA ISO EN 31092

Přístroj slouží k testování tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám, ke kterým dochází mezi lidskou pokožkou a okolím. Základem přístroje je zavlhčovaná porézní deska, která je vyhřívána na 35°C a napodobuje lidskou kůži. Měření se provádí na různých textilních vzorcích o velikosti 28 x 28 cm, které jsou před zkouškou klimatizovány a nevykazují známky poškození. Vzorky je možno klimatizovat při různých teplotách a různé vlhkosti.

Řízení měření, monitorování podmínek, výpočet a ukládání výsledků testů se provádí pomocí počítače. Celý proces měření trvá cca. 15 minut. [19]

5 EXPERIMENTY SOUVISEJÍCÍ S DANÝM TÉMATEM

U oblečení se musí brát ohled na komfort při nošení z hlediska přenosu tepla a vlhkosti, a to jak za stálých, tak nestálých podmínek. Dále jsou důležité sací schopnosti látky, které jsou vyjádřeny mírou nárůstu vlhkosti v mikroklimatu, maximálním nárůstem vlhkosti v mikroklimatu během aktivity a časem potřebným pro návrat k výchozí relativní vlhkosti po ukončení fyzické aktivity. Přičemž, materiály s lepší regulací vlhkosti by měli mít nižší hodnoty v každém z výše uvedených parametrů.

V poslední době je pocitu pohody při nošení oděvu věnována zvýšená pozornost. Některé způsoby měření fyziologických vlastností jsou popsány níže.

Průzkum, jehož cílem bylo určit přenos tepla v důsledku pocení, byl zaměřen na zkoumání funkčního prádla při různé relativní vlhkosti vzduchu (30, 50, 80 a 95%), stanovené teplotě okolí (30°C) a různé míře pocení (50, 75, 100 a 150 g/h). Experiment byl prováděn na potícím torzu a testovanými materiály byly směsi s měnícími se hydrofilními a hygroskopickými vlastnostmi.

Potící torzo má přibližně stejné rozměry jako trup člověka a povrch trupu je vyroben z vrstveného materiálu, který má podobné vlastnosti jako lidská kůže. Torzo je nastaveno na konstantní teplotu 35°C. Zkoumaných vzorků je sedm a všechny jsou proměřeny za různých klimatických podmínek a při různé míře pocení. Testuje se nejen fáze pocení, ale i fáze sušení.

Výzkum ukázal, že relativní vlhkost a míra pocení mají zásadní vliv na tepelné ztráty. Tyto dva faktory, stejně jako složení materiálu určují, zda je tepelná vodivost nebo ochlazování vlivem odpařování potu hlavním faktorem při ztrátě teploty za vlhka.

Při nízké míře pocení nedocházelo k významným rozdílům u tepelných ztrát za vlhka, protože všechna dodaná vlhkost byla odpařena. S vysokou relativní vlhkostí a nízkou mírou pocení se vlhkost nemohla plně vypařit a byla uložena v látce, čímž navodila vyšší ztrátu tepelné vodivosti. Pro vysokou míru pocení a vysokou relativní vlhkost se tepelná vodivost stává dominantním faktorem tepelné ztráty. Při nízké relativní vlhkosti se tepelná ztráta za vlhka zvyšuje úměrně se zvýšením míry pocení. Nicméně když byla zvýšena relativní vlhkost v prostředí, tepelné ztráty za vlhka se zvyšovaly s mnohem nižší mírou v závislosti na míře potu. [20]

Termofyziologický komfort s využitím větracích systémů byl zkoumán na univerzitě ve Velké Británii a V jižní Koreji. Tato studie se zabývala účinností větracích systémů u dvou nepromokavých outdoorových bund. Jedna byla z PTFE laminované textilie a druhá z textilie s polyuretanovým zátěrem.

Bundy byly zkoumány šesti dobrovolníky mužského pohlaví, kteří měli výbornou fyzickou kondici. Měření se provádělo v komoře, která udržuje cca 20°C a 65% relativní vlhkosti. Dobrovolníci nejprve 30 minut odpočívali, aby došlo k vyrovnání s okolní atmosférou, poté 10 minut cvičili a nakonec 5 minut odpočívali. Cvičení simulovalo horskou chůzi se zavazadlem. Subjekty byly během měření napojeny na teplotní čidla, která snímala teplotu pokožky a míru pocení. Teplotní čidla měly připevněny na hrudi, horní části zad, břicho a horní části paží. Kromě upravené bundy měli na sobě dobrovolníci polyesterové šortky, bavlněný rolák a bavlněné úpletové tričko.

Z tohoto výzkumu bylo zřejmé, že otvory v bundě mají během cvičení vliv na tepelnou regulaci. Při rozepnutí zipů došlo ke snížení teploty pokožky v případě obou bund. Po dobu odpočinku však hraje největší roli látka. Rychlejší chladivý účinek je pozorován u bundy vyrobené z PTFE materiálu. Nicméně z výsledků plyne, že větrání na vhodných místech bundy by mohlo významně přispět k tepelným ztrátám, bez ohledu na využití hi-tech materiálů. [21]

Studie, zabývající se speciálními oděvy, hodnotila oblečení pro hasiče, které vyžaduje vysokou tepelnou izolační schopnost jako ochranu těla před spálením při působení vnějších tepelných zdrojů. Tyto oděvy se skládají z více silných vrstev, které se dělí na spodní prádlo, služební uniformu a třívrstvé protipožární bundy. Přičemž, vysoká tepelná izolace prakticky neumožňuje odpaření potu, což může vést k přehřátí organismu. Zvýšení vlhkosti velmi ovlivňuje ochranné vlastnosti všech vrstev oděvu. Při zkoumání vlhkosti, která má vliv na ochranu proti slabému sálavému teplu u oblečení, bylo zjištěno, že čas k dosažení popálenin druhého stupně byl delší, čím byl obsah vlhkosti v oděvu nižší. Při náhlém zvýšení teploty se vlhkost v jednotlivých vrstvách oděvu vypaří a přesune se směrem k pokožce, kde způsobí opaření při kondenzaci. V této souvislosti je důležité rozdělení vlhkosti v různých vrstvách materiálu a dosažená teplota v těchto vrstvách.

Dále byly zkoumány kombinace různých látek v hasičských oděvech. Při hromadění vlhkosti ve 2. vrstvě (služební uniformě) nebyly zaznamenány významné

rozdíly mezi používanými materiály u spodního prádla. Naopak protipožární bunda měla velký vliv na množství vlhkosti ve spodním prádle. Optimálním výsledkem byla hydrofobní prostřední vrstva, která absorbuje méně vlhkosti, a tím transportuje méně vlhkosti k vnější vrstvě oblečení, funguje tak jako vodní bariéra. To mělo za výsledek odkapávání vody ze spodního prádla. Celková distribuce vlhkosti ve vícevrstevném ochranném oděvu může být ovlivněna použitím kombinace hydrofilních a hydrofobních textilních vrstev. [22]

Další experiment pojednává o termofyziologických vlastnostech integrovaných textilních vrstev, které jsou vhodné do prostředí s extrémně nízkými teplotami. Model textilní vrstvy se skládá ze spodní vrstvy (A), vnitřní vrstvy (B+i+B) a vrchní vrstvy (C). Přičemž, pro spodní vrstvu je použita pletenina různého složení. Vnitřní vrstva se skládá z PET tkaniny (B) a PET netkané textilie (i), která slouží jako izolační vrstva. Vrchní vrstva je vyrobena z PET mikrovláken a uhlíkových vláken. Cílem této práce bylo, navrhnout vhodnou tloušťku tepelně izolační vrstvy z netkané PET textilie, která zabezpečí tepelnou izolaci organismu při minimálním fyzickém výkonu a minimální venkovní teplotě. Pomocí času vysychání zjistit tepelně vlhkostní profil spodní vrstvy, který je ovlivněn vnitřní textilní vrstvou.

Použita byla kontaktní metoda na přístroji Alambeta. Tato metoda je založena na principu přenosu tepla vedením, ke kterému dochází při kontaktu topné desky a povrchu textilie. Přítlak topné desky je 200 Pa. Vzorky byly před měřením klimatizovány při teplotě 23°C a relativní vlhkosti vzduchu 51%.

Z uvedených výsledků vyplývá, že při stanovení těchto podmínek zajišťuje nejlepší tepelně izolační ochranu lidského těla při extrémně nízkých teplotách vnitřní vrstva, která se skládá ze 4 nebo 5 PET netkaných textilií (i). Z tepelně vlhkostního měření bylo zjištěno, že pletenina ze 100% PP vláken je nejvhodnější textilií použitou ve spodní vrstvě při daném vrstvení textilních materiálů. U tohoto materiálu dochází k nejkratší době sušení. [23]

Také zkoumání vlastností textilních materiálů v mokrému stavu, je v poslední době velmi rozšířené. Průzkum spočívá v měření na přístrojích Alambeta a Permetest, které napodobují lidskou kůži (čelisti přístrojů jsou vyhřívány na cca 33°C). Měření trvá pouze několik minut, tedy nedochází k vysychání tkaniny. Pomocí těchto přístrojů je

hodnocena tepelná vodivost materiálů, tepelný odpor a propustnost vodních par textilií, a to jak u suchých materiálů, tak u materiálů v mokrému stavu.

Vzorky byly nejprve vysušeny v sušičce při 105°C, aby se odstranila vlhkost, ihned po vyjmutí vzorku ze sušičky, byl zvážen a změřen. Následně byl vzorek ponořen do vody, která obsahovala prostředek vhodný ke snížení povrchového napětí, opět zvážen a změřen. V dalším měření byl vzorek mechanicky vysušen a postup měření se opakoval. Celý proces je zaměřen na přírůstek hmotnosti.

Z výsledků experimentu plyne, že s rostoucí vlhkostí může dojít k výraznému snížení tepelného odporu. Naopak tepelná vodivost s rostoucím procentem vlhkosti roste. Pokud jde o propustnost vodních par, ta s rostoucí vlhkostí klesá. Dále je touto metodou prokázáno, že fyziologické vlastnosti látek, jsou ovlivněny také strukturou a složením materiálu. [24]

Tato metoda je velmi známá a používaná v diplomových pracích na TU v Liberci. Některá měření byla prováděna na katedře hodnocení textilií. Odlišná témata, avšak související s danou problematikou, byla zpracována na katedře oděvnictví.

6 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části diplomové práce bylo zjistit, jak vlhkost vzduchu ovlivňuje tepelně izolační vlastnosti u vybraných funkčních materiálů, které jsou na sobě navrstveny. Testované materiály byly získány od dodavatele sportovních materiálů SINGTEX.

V první části experimentu je proveden rozbor materiálů, a to: materiálového složení, vazby, tloušťky materiálu a dalších parametrů. Dále je popsán postup při měření tloušťky materiálu a tepelně izolačních vlastností na přístroji C - Therm TCI, jehož čidlo bylo umístěno v klimatické komoře BINDER. Pomocí měření a výpočtů byly získány hodnoty tepelně izolačních vlastností u sendvičových materiálů, které byly následně vyhodnoceny.

6.1 Charakteristika měřených materiálů

Byly vybrány materiály od firmy SINGTEX s různým materiálovým složením, vazbou, tloušťkou materiálu i plošnou hmotností. Tyto materiály se běžně používají na výrobu transportní, izolační i ochranné vrstvy u funkčních oděvů.

Vzhledem k přístrojům, které byly v této práci použity, nebylo potřeba vzorky upravovat na určitý rozměr. Z tohoto důvodu byly vzorky ponechány v původní velikosti, tedy o rozměru 300 x 300 mm.

Použitý materiál byl rozdělen podle funkčních vrstev:

1. vrstva - transportní

Referenční označení materiálu - 1	
Název materiálu:	2 vrstvý Fast Wicking Thermal
Druh materiálu:	pletenina
Materiálové složení:	60% PL 40% PP
Vazba:	zátažná oboulícni pletenina
Plošná hmotnost:	171,548 g/m ²
Tloušťka materiálu:	0,742 mm
Hustota řádku:	16/cm
Hustota sloupku:	20/cm

Tab. 1 - Strukturní vlastnosti materiálu 1

Referenční označení materiálu - 2	
Název materiálu:	S. CAFE
Druh materiálu:	pletenina
Materiálové složení:	45% S.cafe PL 36% PL 19% Viskóza
Vazba:	zátažná oboulicní pletenina □
Plošná hmotnost:	162,768 g/m ²
Tloušťka materiálu:	0,800 mm
Hustota řádku:	19/cm
Hustota sloupku:	16/cm

Tab. 2 - Strukturní vlastnosti materiálu 2

Referenční označení materiálu - 3	
Název materiálu:	COOLDRIVE
Druh materiálu:	pletenina
Materiálové složení:	60% PL 40% Cooldrive
Vazba:	zátažná interloková pletenina
Plošná hmotnost:	139,118 g/m ²
Tloušťka materiálu:	0,436 mm
Hustota řádku:	28/cm
Hustota sloupku:	26/cm

Tab. 3 - Strukturní vlastnosti materiálu 3

Referenční označení materiálu - 4	
Název materiálu:	ICECOOL
Druh materiálu:	pletenina
Materiálové složení:	52% PL 48% Nylon
Vazba:	zátažná oboulicní pletenina
Plošná hmotnost:	152,819 g/m ²
Tloušťka materiálu:	0,721 mm
Hustota řádku:	18/cm
Hustota sloupku:	23/cm

Tab. 4 - Strukturní vlastnosti materiálu 4

Referenční označení materiálu - 5	
Název materiálu:	THERMOCOOL SOFT-TEC
Druh materiálu:	pletenina
Materiálové složení:	92% PL 8% Elastan/lycra
Vazba:	zátažná jednolícni pletenina
Plošná hmotnost:	214,226 g/m ²
Tloušťka materiálu:	0,734 mm
Hustota řádku:	16/cm
Hustota sloupku:	22/cm

Tab. 5 - Strukturní vlastnosti materiálu 5

2. vrstva - izolační

Referenční označení materiálu - a	
Název materiálu:	1 vrstvý soft-shel SINGSOFT
Druh materiálu:	pletenina
Materiálové složení:	100% PL
Vazba:	zátažná interloková pletenina počesaná
Plošná hmotnost:	216,129 g/m ²
Tloušťka materiálu:	1,262 mm
Hustota řádku:	25/cm
Hustota sloupku:	24/cm

Tab. 6 - Strukturní vlastnosti materiálu a

Referenční označení materiálu - b	
Název materiálu:	POLARTEC
Druh materiálu:	pletenina
Materiálové složení:	56% PL 35% Nylon 9% Lycra
Vazba:	zátažná jednolícni pletenina počesaná
Plošná hmotnost:	250,481 g/m ²
Tloušťka materiálu:	3,053 mm
Hustota řádku:	13/cm
Hustota sloupku:	24/cm

Tab. 7 - Strukturní vlastnosti materiálu b

3. vrstva - ochranná

Referenční označení materiálu - M	
Název materiálu:	3 vrstvý soft-shel SINGSOFT
Druh materiálu:	svrchní: tkanina
	spodní: pletenina
Materiálové složení:	svrchní: 63% PL 31% PU 6% Spandex
	spodní: 63% PL 31% PU 6% Spandex
Vazba:	svrchní: plátňová
	spodní: zátažná jednolícni pletanina
Plošná hmotnost:	194,517 g/m ²
Tloušťka materiálu:	0,473 mm
membrána:	hydrofilní neporézní membrána 100% PU

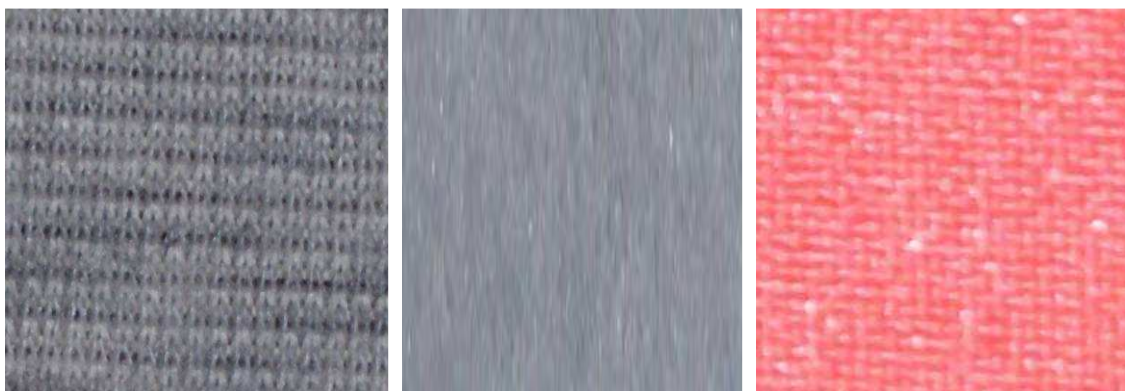
Tab. 8 - Strukturní vlastnosti materiálu M

Pro lepší přehlednost jsou v následující části zobrazeny jednotlivé vrstvy sendvičových materiálů spolu s označením, které je v celé práci používáno.



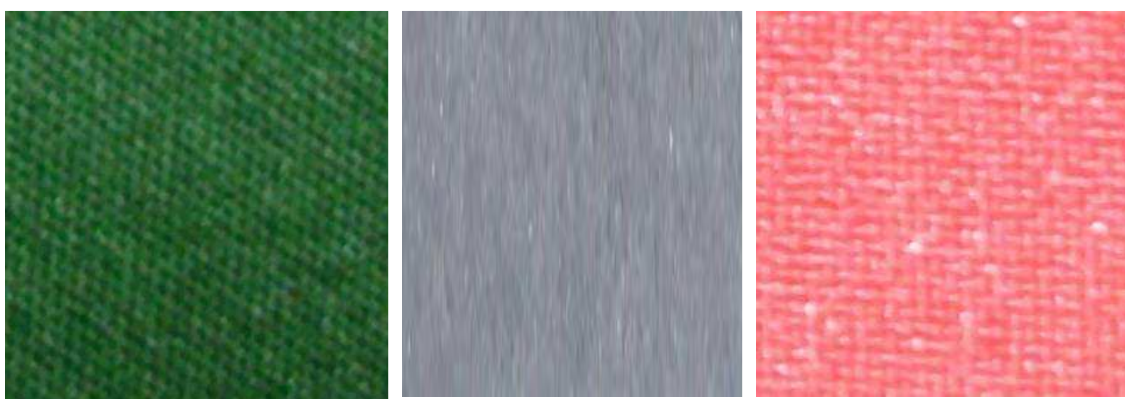
Transportní vrstva - materiál 1 Izolační vrstva – materiál a Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 15 - Sendvičový materiál s referenčním označením 1:a:M



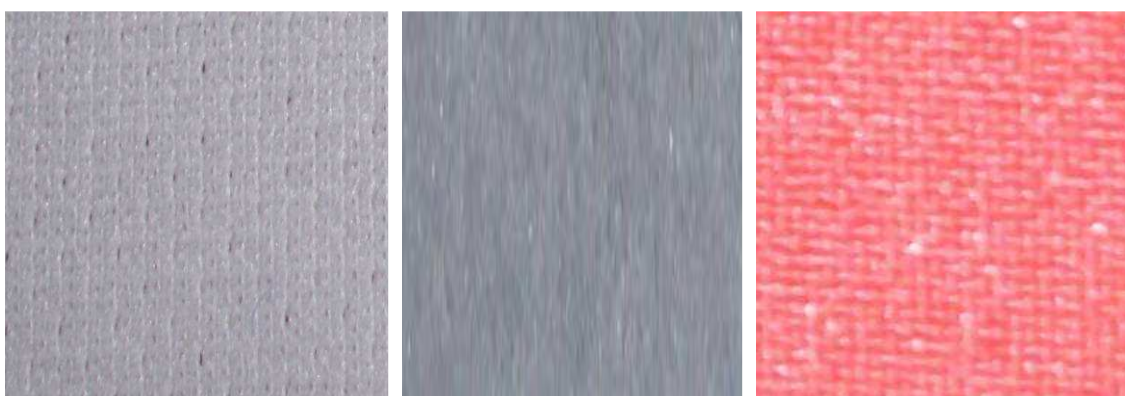
Transportní vrstva - materiál 2 Izolační vrstva – materiál a Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 16 - Sendvičový materiál s referenčním označením 2:a:M



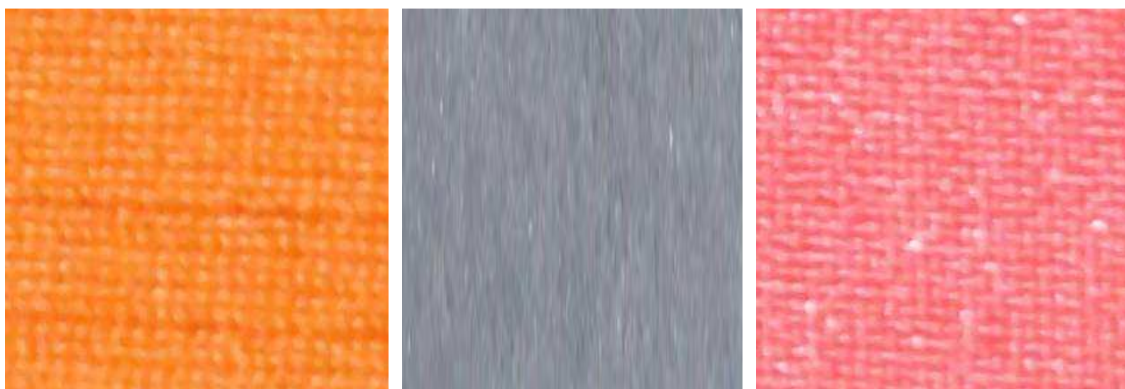
Transportní vrstva - materiál 3 Izolační vrstva – materiál a Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 17 - Sendvičový materiál s referenčním označením 3:a:M



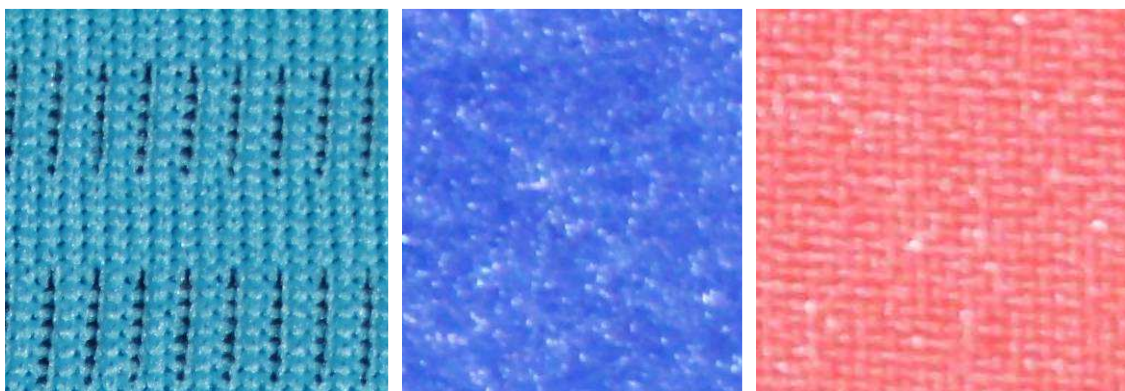
Transportní vrstva - materiál 4 Izolační vrstva – materiál a Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 18 - Sendvičový materiál s referenčním označením 4:a:M



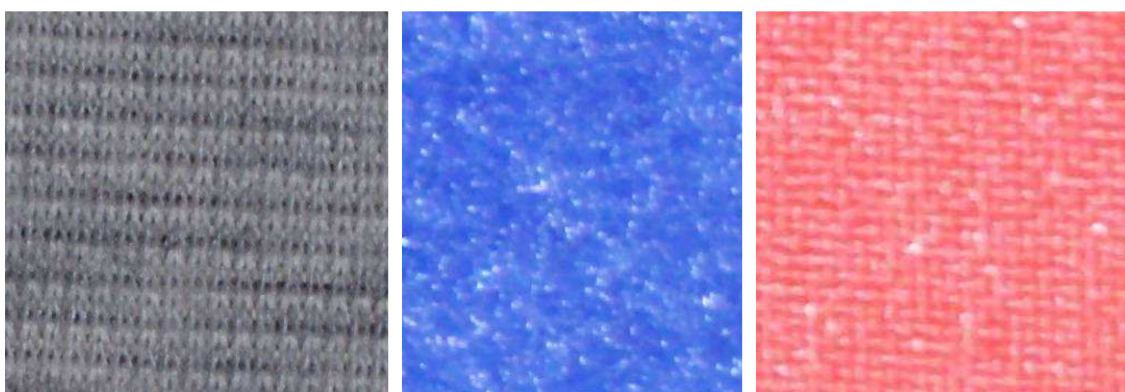
Transportní vrstva - materiál 5 Izolační vrstva – materiál a Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 19 - Sendvičový materiál s referenčním označením 5:a:M



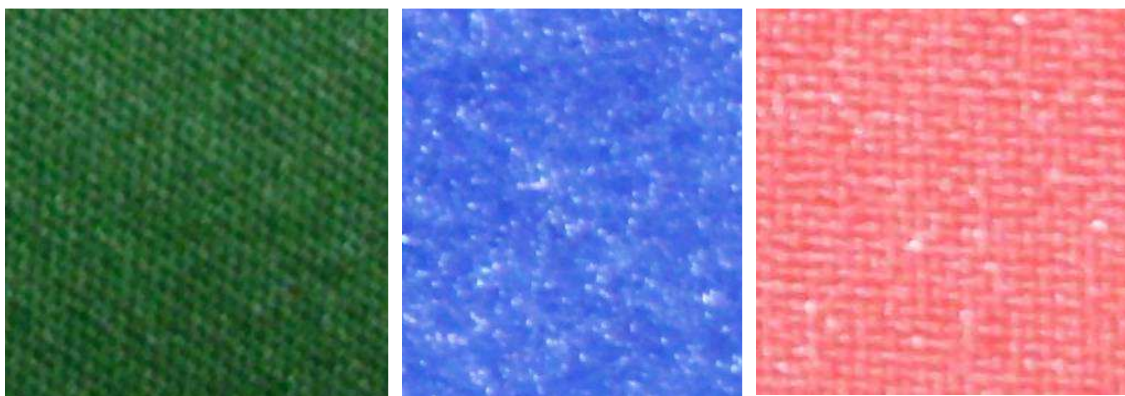
Transportní vrstva - materiál 1 Izolační vrstva – materiál b Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 20 - Sendvičový materiál s referenčním označením 1:b:M



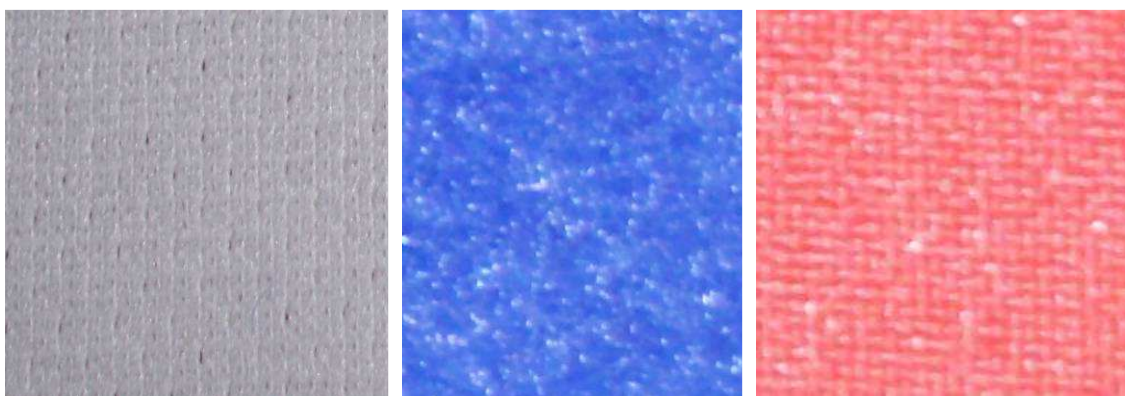
Transportní vrstva - materiál 2 Izolační vrstva – materiál b Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 21 - Sendvičový materiál s referenčním označením 2:b:M



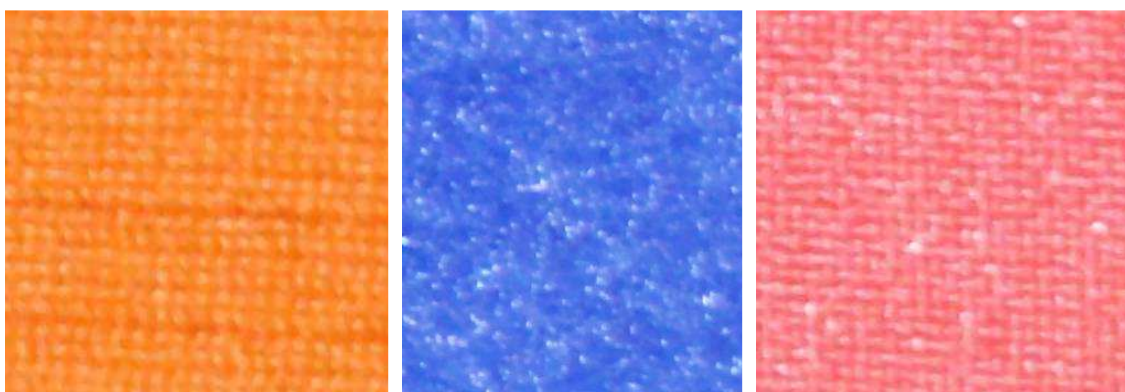
Transportní vrstva - materiál 3 Izolační vrstva – materiál b Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 22 - Sendvičový materiál s referenčním označením 3:b:M



Transportní vrstva - materiál 4 Izolační vrstva – materiál b Ochranná vrstva – materiál M

Obr. 23 - Sendvičový materiál s referenčním označením 4:b:M



Transportní vrstva - materiál 5 Izolační vrstva – materiál b Ochranná vrstva – materiál M

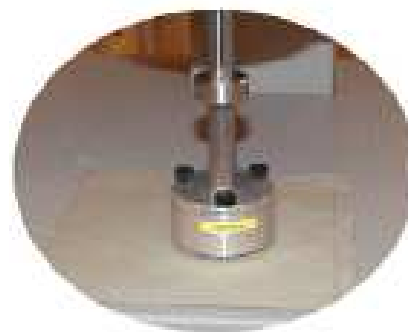
Obr. 24 - Sendvičový materiál s referenčním označením 5:b:M

6.2 Měření tloušťky textilií

ČSN EN ISO 5084 (80 0844)

Digitální tloušťkoměr SDL M034A je určený k měření tloušťky textilií. Ta je stanovena jako měření kolmé vzdálenosti mezi základní deskou, na které je vzorek umístěn a paralelním kruhovým přitlačným kotoučem, který vyvíjí specifikovaný přitlak na zkoušenou plochu textilie.

Přístroj je vybaven přitlačnou hlavicí 20 a 100 cm² a je možno aplikovat sílu 100 a 1000 Pa. Tloušťku materiálu lze měřit od 0,01 do 50,00 mm. Průběh měření a zpracování výsledků je řízeno pomocí počítačového softwaru. Přístroj je vybaven tiskárnou. [25]



Obr. 25 - Digitální tloušťkoměr SDL M034A

Při tomto měření byla použita plocha přitlaku 20 cm², přitlak 1000 Pa a každý z materiálů byl v přístroji proměřen na 10 - ti místech. Tabulka 9 zobrazuje všechny naměřené hodnoty tloušťky jednotlivých materiálů.

Tloušťka materiálu - h [mm]								
Referenční označení materiálu	1	2	3	4	5	a	b	M
1	0,77	0,81	0,43	0,72	0,75	1,27	3,19	0,47
2	0,75	0,81	0,43	0,72	0,74	1,26	3,12	0,47
3	0,73	0,79	0,43	0,72	0,74	1,26	3,14	0,47
4	0,74	0,80	0,44	0,72	0,74	1,27	3,15	0,47
5	0,73	0,80	0,44	0,73	0,74	1,26	2,97	0,48
6	0,73	0,81	0,44	0,72	0,74	1,28	3,00	0,47
7	0,74	0,80	0,44	0,72	0,73	1,27	2,97	0,47
8	0,73	0,81	0,44	0,72	0,72	1,25	3,06	0,48
9	0,75	0,79	0,43	0,72	0,72	1,27	2,94	0,48
10	0,75	0,78	0,44	0,72	0,72	1,23	2,99	0,47
h_{pr} [mm]	0,742	0,800	0,436	0,721	0,734	1,262	3,053	0,473
s [mm]	0,013	0,011	0,005	0,003	0,011	0,014	0,090	0,005
v [%]	1,774	1,318	1,184	0,439	1,465	1,108	2,962	1,021

Tab. 9 - Hodnoty naměřené na digitálním tloušťkoměru pro jednotlivé vrstvy

Pro potřeby experimentu však bylo nutné provést také měření tloušťky všech tří materiálů navrstvených na sobě. Tyto sendvičové materiály byly proměřeny 5krát, opět při síle přtlaku 1000 Pa a přtláčnou hlavici o velikosti 20 cm². Výsledky měření sendvičových materiálů jsou zpracované v tabulkách 10 a 11. Tabulky jsou rozděleny podle 2. vrstvy.

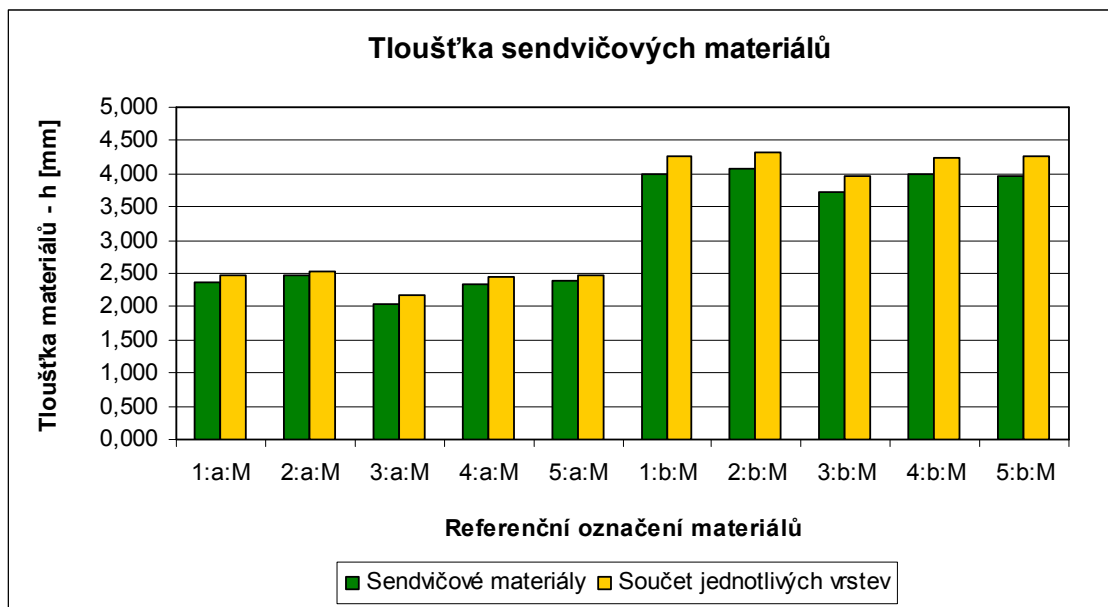
Tloušťka materiálu - h [mm]					
Referenční označení materiálů	1:a:M	2:a:M	3:a:M	4:a:M	5:a:M
1	2,37	2,51	2,08	2,37	2,38
2	2,38	2,48	2,06	2,35	2,38
3	2,33	2,43	2,04	2,35	2,39
4	2,35	2,43	1,97	2,32	2,4
5	2,34	2,45	2,04	2,35	2,39
h_{pr} [mm]	2,354	2,460	2,038	2,348	2,388
s [mm]	0,021	0,035	0,041	0,018	0,008
v [%]	0,881	1,408	2,035	0,762	0,350

Tab. 10 - Hodnoty naměřené na digitálním tloušťkoměru pro sendvičové materiály s tenkou izolační vrstvou

Tloušťka materiálu - h [mm]					
Referenční označení materiálů	1:b:M	2:b:M	3:b:M	4:b:M	5:b:M
1	4,09	4,18	3,79	4,02	3,99
2	4	4,08	3,69	3,98	3,95
3	3,91	4,07	3,74	3,99	3,97
4	3,99	3,96	3,63	4,02	3,97
5	3,97	4,07	3,7	3,95	3,94
h_{pr} [mm]	3,992	4,072	3,710	3,992	3,964
s [mm]	0,065	0,078	0,060	0,029	0,019
v [%]	1,627	1,913	1,606	0,739	0,492

Tab. 11 - Hodnoty naměřené na digitálním tloušťkoměru pro sendvičové materiály se silnou izolační vrstvou

Při porovnání hodnot tloušťky jednotlivých materiálů a tloušťky celého sendviče dojdeme k závěru, že tloušťka sendvičových materiálů má v průměru o 5,2% nižší hodnotu než při sečtení hodnot tloušťky jednotlivých materiálů měřených samostatně. Můžeme tedy konstatovat, že čím vyšší vrstva materiálu, tím lepší stlačitelnost, i za působení stejného přtlaku, jak je patrné z grafu 1. Hodnoty tloušťky sendvičových materiálů byly následně použity k výpočtům tepelného odporu. Tuto tepelně izolační vlastnost přístroj C-Therm TCi nezměří, a je třeba ji dopočítat.



Graf 1 - Průměrná tloušťka sendvičových materiálů

6.3 Měření tepelně izolačních vlastností oděvů

Pro měření tepelně izolačních vlastností materiálů byl použit přístroj C-Therm TCi – analyzátor tepelné vodivosti a klimatická komora BINDER. Zařízení byla vzájemně propojena.

Funkce a obsluha přístroje C – Therm TCi jsou popsány v kapitole 4.4.1. Klimatická komora BINDER umožňuje regulaci teploty v teplotním rozsahu od -5°C do $+100^{\circ}\text{C}$. Rozsah nastavení relativní vlhkosti se pohybuje v rozmezí od 10% do 90%.



Obr. 26 - C – Therm TCi s počítačem pro zobrazení naměřených hodnot

Snímací senzor přístroje TCi byl umístěn do klimatizační komory, kde se na jeho plochu umísťovaly měřené materiály. Měřená plocha byla zatížena závažím s přítlakem 37,7 kPa, které patří ke snímači. Tepelně izolační vlastnosti materiálů byly testované při teplotách 20 a 35°C a sedmi různých vlhkostech v rozmezí od 30% do 90%. Parametry měření se nastavovaly na elektronickém panelu komory. Materiály byly před měřením klimatizovány v komoře při nastavené teplotě a určité vlhkosti po dobu dvou hodin, a po celou dobu měření v klimatické komoře zůstávaly. Měření bylo prováděno v klimatizované laboratoři při teplotě $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti $60 \pm 5\%$.

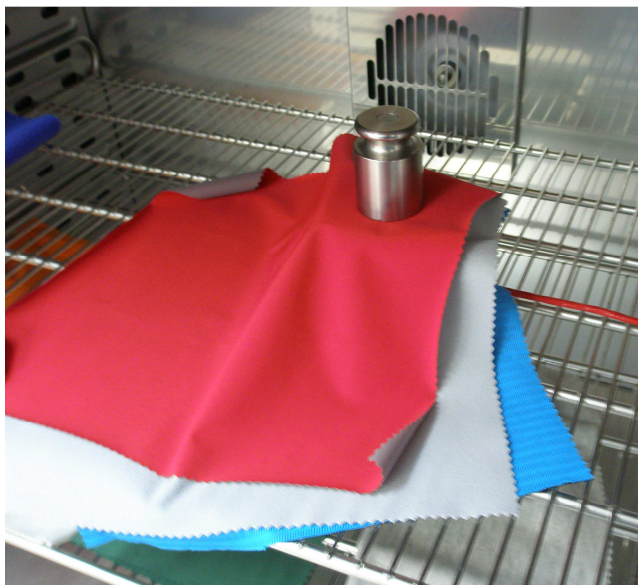


Obr. 27 - Snímací senzor C – Therm TCi se závažím

Přístroj umožňuje proměřit materiál vícekrát na jednom místě, proto bylo provedeno na jednom sendvičovém materiálu vždy pět měření, a to na třech různých místech. Nejprve bylo provedeno měření směrem z rubní strany celého sendviče a poté měření z lící strany celého sendviče.

V další části byly proměřeny jednotlivé vrstvy samostatně, poté kombinace první a druhé vrstvy a následně i druhé a třetí vrstvy, vždy tři měření taktéž na třech místech. Toto měření bylo provedeno při teplotě 35°C z pohledu rubní strany celého sendviče.

Naměřené hodnoty byly zaznamenány pomocí programu pro C – Therm TCi v PC a dále převedeny do programu Microsoft Excel kvůli zpracování naměřených dat.



Obr. 28 - Umístění sendvičových termoizolačních materiálů v klimatické komoře

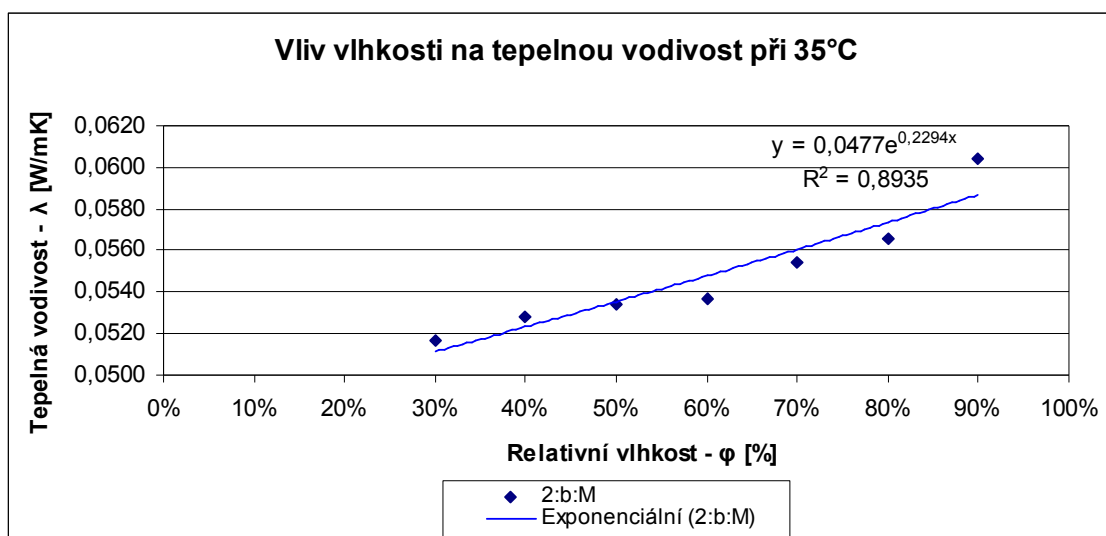
BINDER

6.3.1 Tepelná vodivost

Nejprve byla změřena jednotlivá data při určité teplotě a vlhkosti, po proměření všech vlhkostí při jedné teplotě teprve mohla být sestavena tabulka a graf pro sendvičové materiály. Na ukázkou je zde tabulka a graf pro sendvič s referenčním označením 2:b:M, který byl měřen při teplotě 35°C. Tato kombinace materiálů byla vybrána, protože vykazuje nejnižší hodnotu tepelné vodivosti, je tedy vhodná do horších klimatických podmínek. Tabulka obsahuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti a vypočítané statistické hodnoty. Tabulky a grafy pro ostatní sendvičové materiály jsou uvedeny v příloze 1.

2:b:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0516	0,0526	0,0541	0,0535	0,0550	0,0562	0,0623
	0,0518	0,0525	0,0533	0,0541	0,0549	0,0565	0,0626
	0,0517	0,0526	0,0530	0,0538	0,0552	0,0561	0,0624
	0,0516	0,0530	0,0532	0,0538	0,0554	0,0565	0,0623
	0,0518	0,0528	0,0530	0,0537	0,0550	0,0562	0,0620
	0,0515	0,0525	0,0535	0,0534	0,0551	0,0570	0,0594
	0,0516	0,0524	0,0536	0,0533	0,0550	0,0563	0,0598
	0,0514	0,0526	0,0533	0,0532	0,0551	0,0568	0,0600
	0,0515	0,0520	0,0532	0,0527	0,0550	0,0564	0,0595
	0,0516	0,0526	0,0539	0,0531	0,0549	0,0567	0,0601
	0,0516	0,0532	0,0535	0,0542	0,0563	0,0568	0,0594
	0,0516	0,0532	0,0533	0,0540	0,0562	0,0566	0,0588
	0,0523	0,0530	0,0536	0,0542	0,0559	0,0564	0,0591
	0,0518	0,0535	0,0535	0,0541	0,0561	0,0570	0,0591
	0,0514	0,0537	0,0536	0,0541	0,0558	0,0571	0,0592
λ [W/mK]	0,0517	0,0528	0,0534	0,0537	0,0554	0,0566	0,0604
s [W/mK]	0,0002	0,0005	0,0003	0,0005	0,0005	0,0003	0,0014
v [%]	0,4204	0,8542	0,5477	0,8670	0,9254	0,5411	2,3914
95% IS	<0,0516; 0,0518>	<0,0526; 0,0530>	<0,0533; 0,0535>	<0,0535; 0,0539>	<0,0551; 0,0557>	<0,0564; 0,0568>	<0,0597; 0,0611>

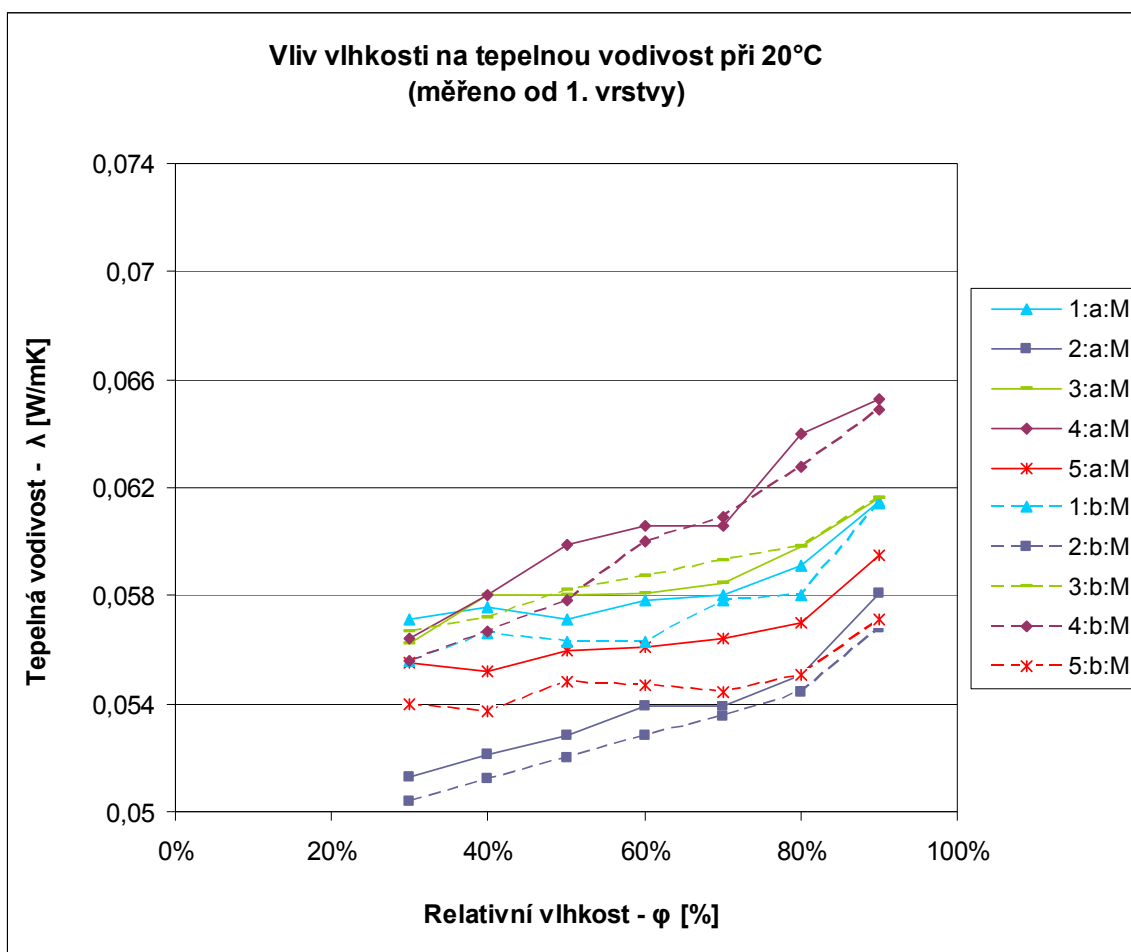
Tab. 12 - Naměřené a doložené hodnoty u sendvičového materiálu 2:b:M



Graf 2 - Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti při teplotě 35° u vzorků 2:b:M

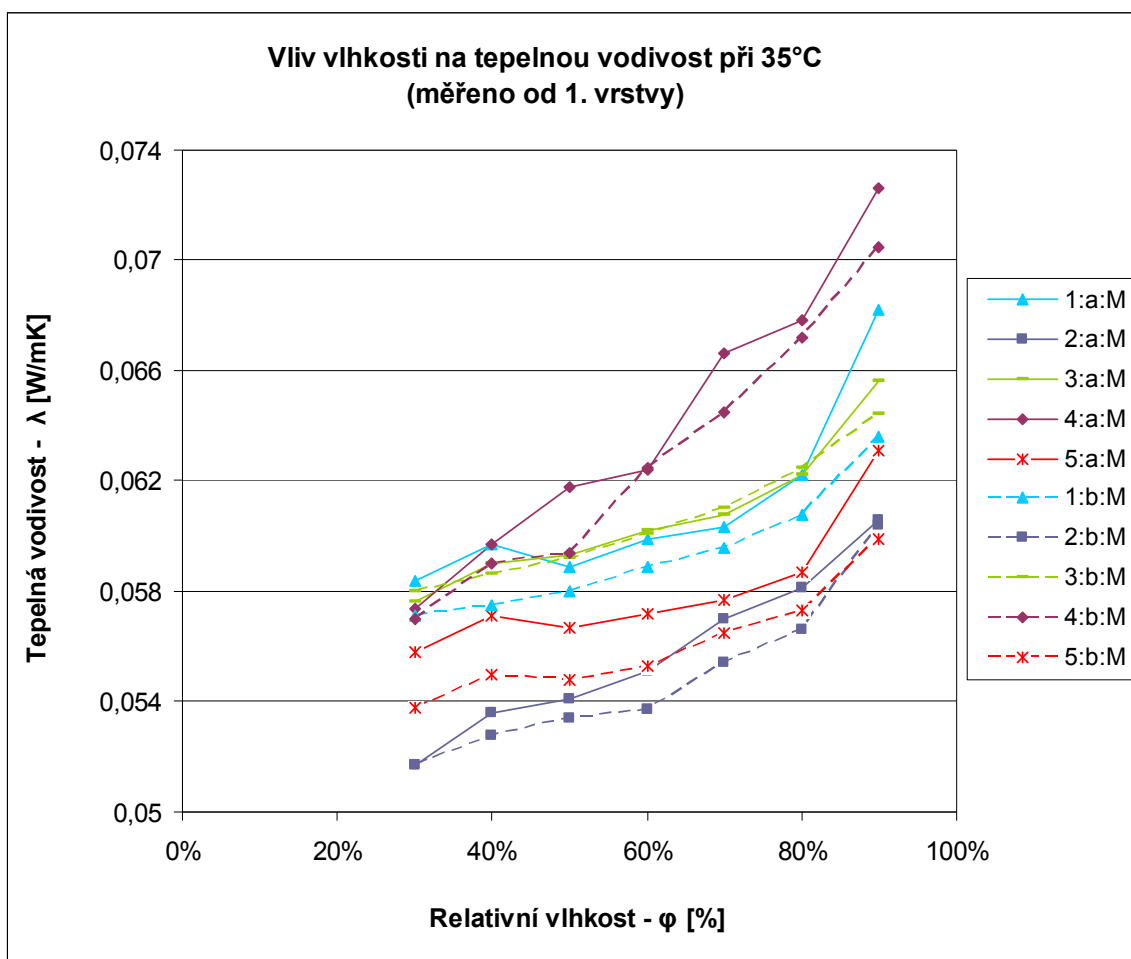
Graf 2 znázorňuje porovnání tepelné vodivosti u sendvičového materiálu s referenčním označením 2:b:M při teplotě 35°C, který je měřen z pohledu první vrstvy, tj. od těla nositele. Z grafu je viditelné, že s rostoucí relativní vlhkostí roste exponenciálně i tepelná vodivost. Tzn. čím vyšší je vlhkost, tím lepší je odvod tepla a vlhkosti od těla člověka.

Vzorky byly měřeny při teplotě 20 a 35°C a to z pohledu první i třetí vrstvy při všech sedmi vlhkostech. Teploty měření byly vybrány s ohledem na teplotu pokožky lidského těla a běžných klimatických podmínek, za kterých se měření tepelně izolačních vlastností provádí. Tabulky hodnot k těmto grafům jsou v příloze 2. Spojení bodů v grafech je pouze ilustrativní, při takovém množství naměřených dat by byly grafy nepřehledné.



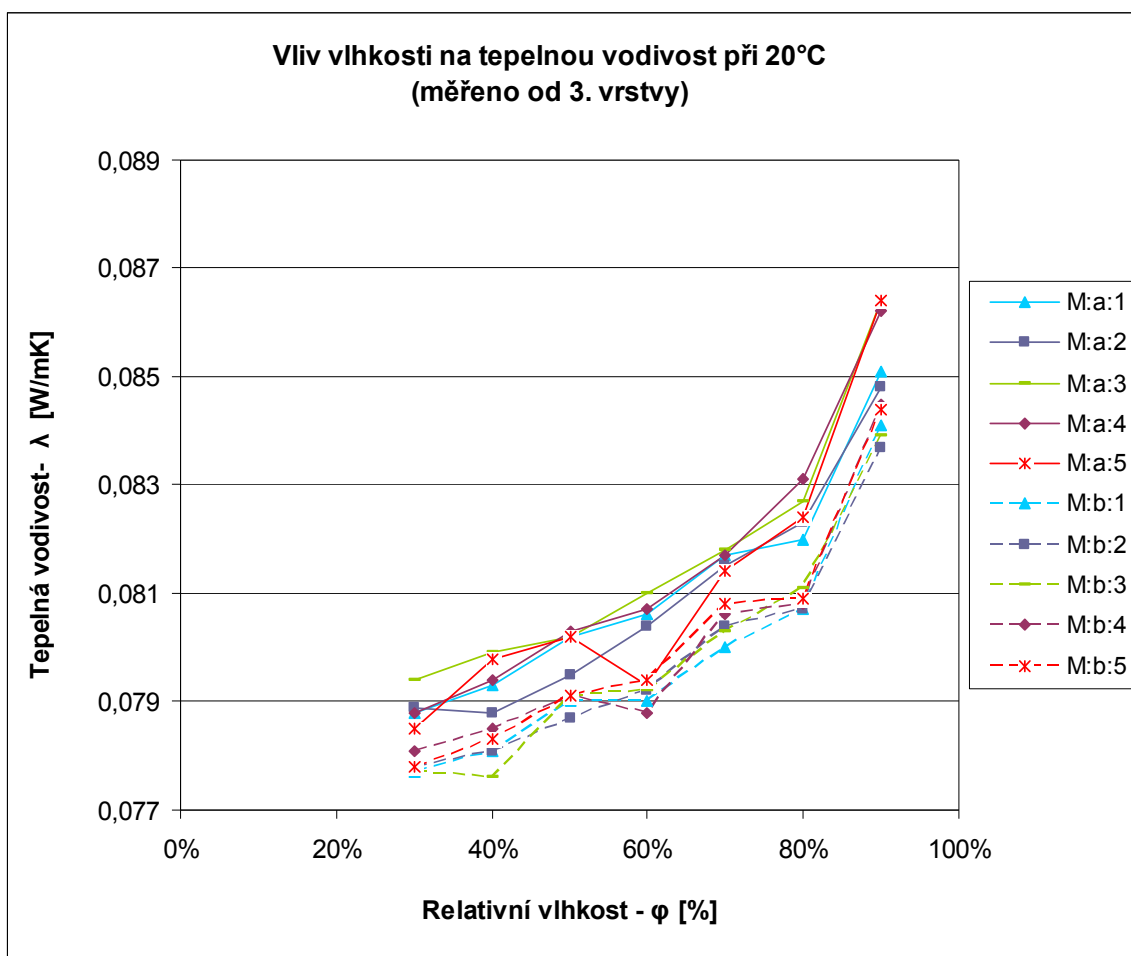
Graf 3 - Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti při 20°C

Graf 3 znázorňuje porovnání tepelné vodivosti všech desíti sendvičových materiálů při teplotě 20°C, které jsou měřeny z pohledu první vrstvy. Z grafu je čitelné, že při měření materiálů z pohledu první vrstvy není velký rozdíl mezi sendviči, které obsahují tenkou (a – plná čára) a silnou (b – přerušovaná čára) izolační vrstvu. Je tedy zřejmé, že toto měření ovlivňuje především transportní vrstva oděvu. Nejvyšší odvod tepla od těla člověka z tohoto měření zajišťuje sendvič s referenčním označením 4:a:M, tedy materiál, jehož první vrstva se skládá z 52% PL a 48% nylonu, u něj je také patrný nejvýraznější vliv vlhkosti na naměřené hodnoty tepelné vodivosti. Sendvičový materiál s nejmenší tepelnou vodivostí je v tomto případě vzorek 2:b:M, kde první vrstva obsahuje polyesterové vlákno vyrobené z kávových zrn.



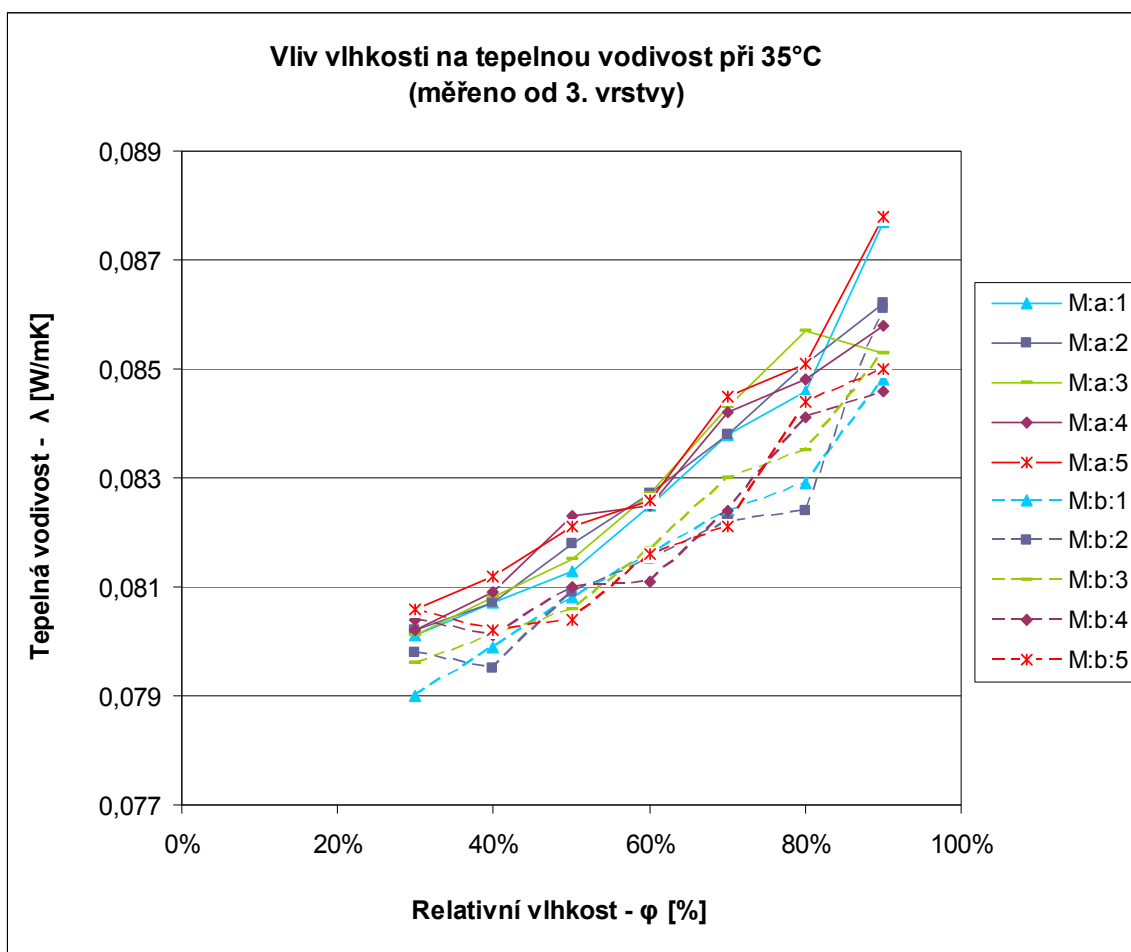
Graf 4 - Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti při 35°C

Graf 4 znázorňuje porovnání tepelné vodivosti všech desíti sendvičových materiálů při teplotě 35°C, které jsou měřeny směrem od první vrstvy. Opět je vidět, že izolační vrstva materiálu nijak zásadně neovlivňuje výsledky měření. Při této teplotě dosahuje nejvyšší tepelné vodivosti kombinace materiálů 4:a:M. Nejnižší tepelnou vodivost má, stejně jako při 20°C, vzorek s referenčním označením 2:b:M.



Graf 5 - Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti při 20°C

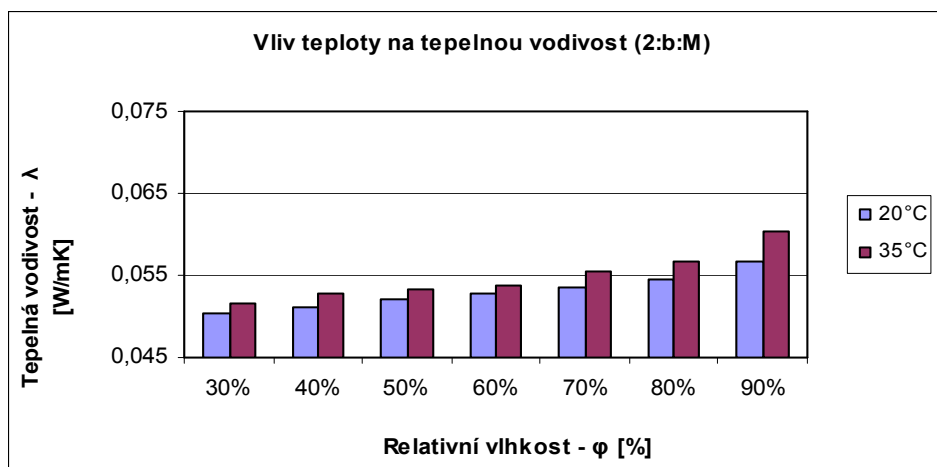
Graf 5 znázorňuje porovnání tepelné vodivosti všech desíti sendvičových materiálů při teplotě 20°C, které jsou měřeny směrem od třetí vrstvy. Zde je již viditelný rozdíl mezi slabou (a – plná čára) a silnou (b – přerušovaná čára) izolační vrstvou. Lepší tepelné vodivosti dosahuje jednoznačně slabá izolační vrstva, která je ze 100% polyesteru. Nejlépe ze všech materiálů přivádí teplo k pokožce sendvičový materiál M:a:3, u některých měření mají vyšší tepelnou vodivost jiné materiály, avšak nelze hodnotit jednotlivá měření, zajímá nás průběh při všech vlhkostech. Materiál, který v tomto případě nejpomaleji přivádí teplo k pokožce, nelze z grafu zcela jasně vyčíst. S největší pravděpodobností se jedná o materiál s referenčním označením M:b:1. Vzorky M:a:1 a M:a:4 mají z počátku velmi podobný průběh. Výrazně se jejich křivky rozcházejí až při 80% vlhkosti.



Graf 6 - Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti při 35°C

Graf 6 znázorňuje porovnání tepelné vodivosti všech desíti sendvičových materiálů při teplotě 35°C, které jsou měřeny z pohledu třetí vrstvy. Zde není zcela viditelné, který materiál dosahuje nejnižší tepelné vodivosti. Nejvyšší tepelné vodivosti však při této teplotě dosahuje sendvičový materiál M:a:5.

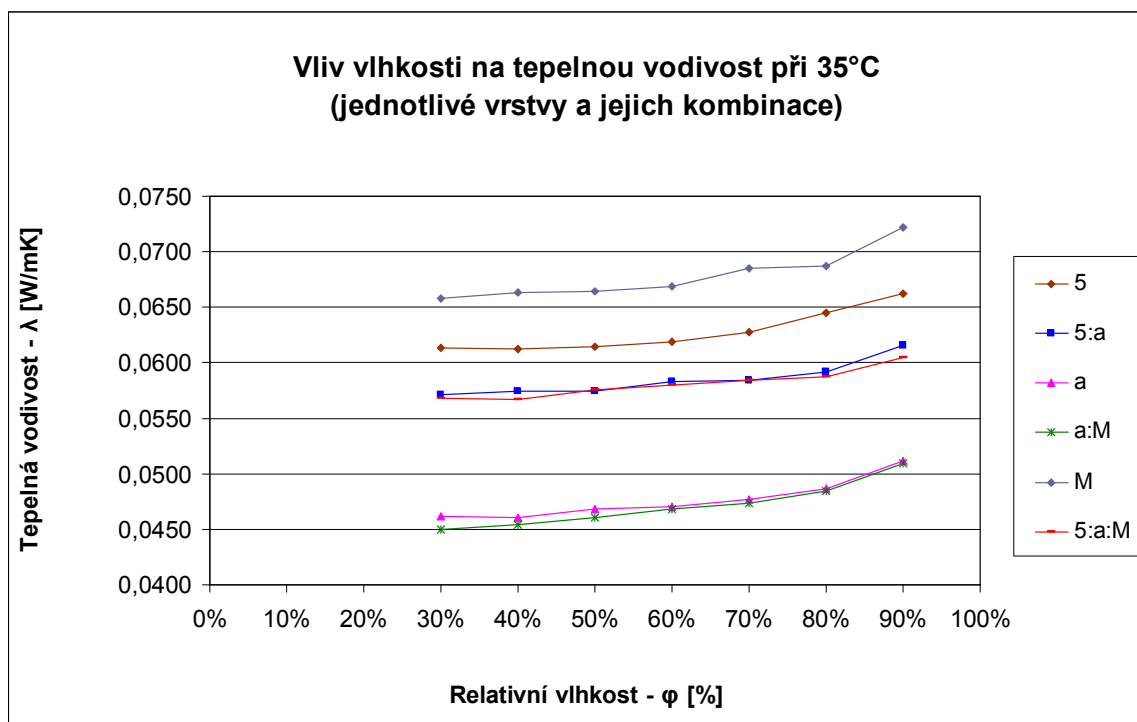
Vzhledem k tomu, že měření probíhalo při dvou různých teplotách, lze zjistit, jaký má teplota vliv na tepelnou vodivost. Opět byl použit sendvičový materiál 2:b:M, u kterého byla naměřeny nejnižší hodnoty tepelné vodivosti. Tabulky naměřených hodnot a z nich zpracované grafy pro všechny sendvičové materiály jsou uvedeny v příloze 3.



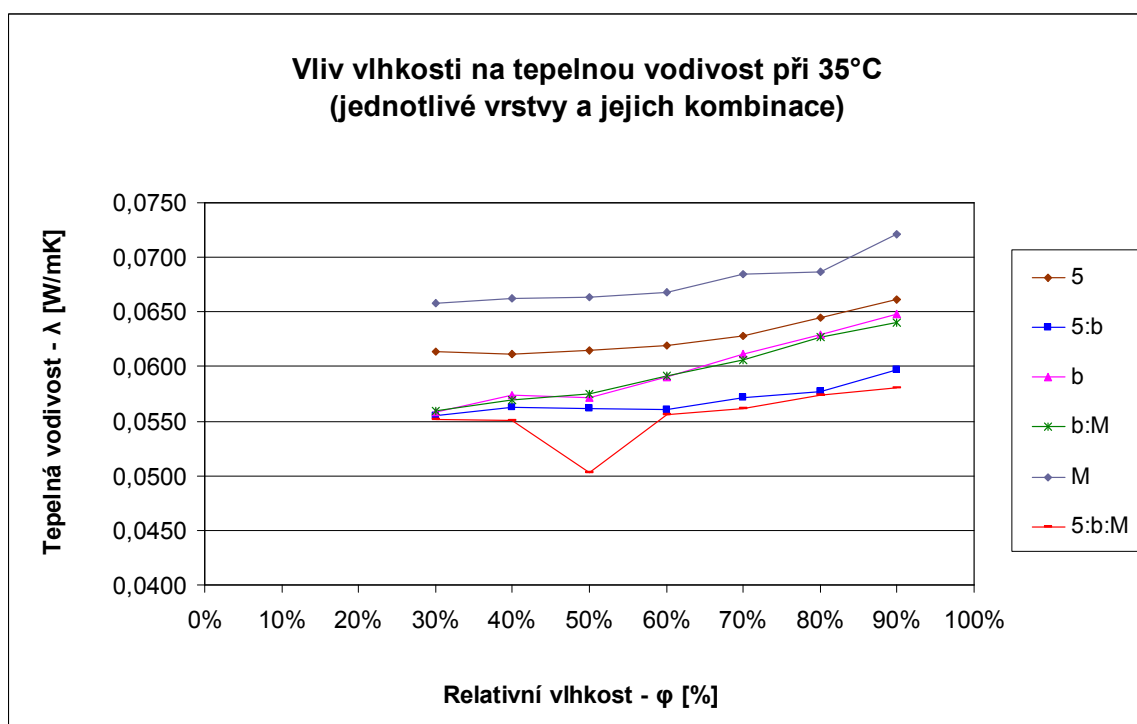
Graf 7 - Vliv teploty na tepelnou vodivost

Graf 7 znázorňuje porovnání tepelné vodivosti materiálu 2:b:M při teplotách 20 a 35°C, a to u všech relativních vlhkostí. Můžeme tedy konstatovat, že se vzrůstající teplotou roste i tepelná vodivost materiálu, čímž dochází k průchodu většího množství tepla skrz sendvičové materiály. Tento nárůst můžeme považovat za lineární.

Přístroj C – Therm TCI, na kterém byl tento experiment měřen, patří mezi novinky na katedře oděvnictví. Z tohoto důvodu byl proveden i experiment, kde byly proměřeny jednotlivé vrstvy, kombinace první a druhé vrstvy a následně druhé a třetí vrstvy. K proměření byly vybrány sendvičové materiály 5:a:M a 5:b:M, a to kvůli tomu, že materiál č. 5 má z uvedených materiálů nejjednodušší vazbu. Tabulka naměřených hodnot je v příloze 4.



Graf 8 - Závislost tepelné vodivosti jednotlivých vrstev a jejich kombinací na vlhkosti při 35°C u vzorků 5:a:M



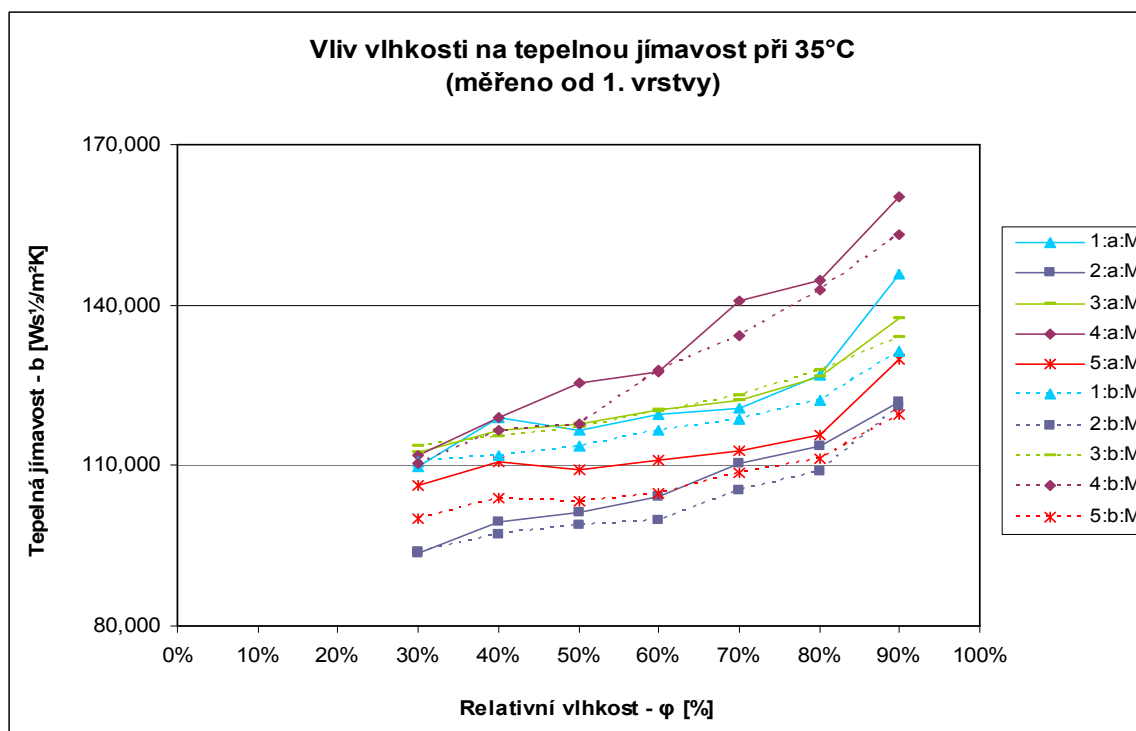
Graf 9 - Závislost tepelné vodivosti jednotlivých vrstev a jejich kombinací na vlhkosti při 35°C u vzorků 5:b:M

Grafy 8 a 9 znázorňují porovnání tepelné vodivosti jednotlivých vrstev a jejich různých kombinací při teplotě 35°C, které jsou měřeny z rubové strany materiálů. Tyto parametry jsou optimální pro zjištění přestupu tepla, a tím zajištění termofyziologického komfortu. Teplota přibližně odpovídá teplotě lidského těla.

Z tohoto grafu není potřeba vyhodnocovat, jaký materiál má nejlepší nebo nejhorší tepelnou vodivost. Jedná se spíše o informativní graf, ve kterém zjistíme, zda jsou sendvičové materiály proměřeny správně. Na první pohled je viditelné, že s rostoucím procentem relativní vlhkosti roste exponenciálně i tepelná vodivost u všech vzorků. Což potvrzuje, že měření pro všechny tři vrstvy bylo správné. Sendvičový materiál 5:b:M při 50% vlhkosti vykazuje v tomto grafu znatelnou odchylku. Při bližším zkoumání naměřených dat bylo zjištěno, že se jedná o vybočující měření, které takto ovlivnilo průměr naměřených dat. Odchylka mohla být způsobena např. místem, ve kterém byl vzorek měřen, jelikož místo měření nebylo vždy stejné.

6.3.2 Tepelná jímavost

Tepelná jímavost je hodnota, která byla přímo naměřená přístrojem C – Therm TCi. Tato veličina vypovídá o tepelném pocitu, který vznikne při kontaktu textilie s pokožkou. Jedná se o hodnotu, která může mít velký vliv při výběru oděvu. Tabulka ke grafu tepelné jímavosti je uvedena v příloze 5.



Graf 10 - Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti při 35°C

Graf 10 znázorňuje porovnání tepelné jímavosti všech desíti sendvičových materiálů při teplotě 35°C, které jsou měřeny z pohledu první vrstvy. Jelikož se jedná o vlastnost, kterou člověk pociťuje při kontaktu s textilií, je ovlivněna především transportní vrstvou oděvu. Nejlepší tepelné jímavosti dosáhl sendvičový materiál 2:b:M, což může být způsobeno velkým množstvím vyčnívajících konců vláken z materiálu první vrstvy. Tento jev zajišťuje materiálům lepší tepelný omak. Nejchladnější omak má v tomto případě materiál s referenčním označením 4:a:M. Tento materiál má zpočátku velmi chladný omak, ten však při vyšších procentech zavlhčení stoupá rychleji, než u ostatních materiálů. Z této křivky lze tedy vyhodnotit, že omak tohoto materiálu by mohl být příjemný v letních dnech, kdy během fyzické aktivity dochází k větší míře pocení.

6.3.3 Tepelný odpor

Tepelný odpor přístroj C – Therm TCi nezměří. Jedná se tedy o hodnoty, které byly vypočítány pomocí rovnice. Tepelný odpor je v podstatě opakem tepelné vodivosti. Tato veličina určuje schopnost materiálu udržet si teplo a zohledňuje tloušťku materiálu. Tabulku vypočítaných dat nalezneme v příloze 6.

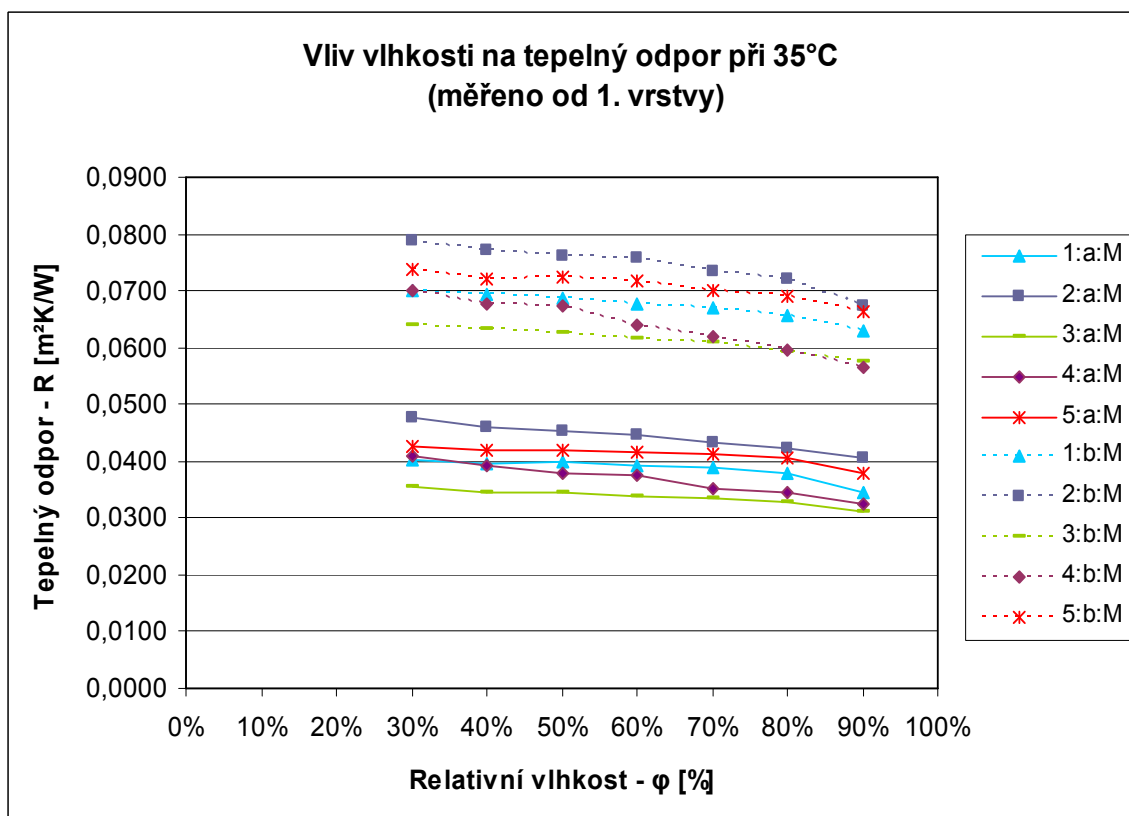
Rovnice pro výpočet tepelného odporu:

$$R = \frac{h}{\lambda}$$

kde: R ... tepelný odpor [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]

h ... tloušťka materiálu [m]

λ ... součinitel tepelné vodivosti [$\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$]



Graf 11 - Závislost tepelného odporu na vlhkosti při 35°C

Graf 11 znázorňuje porovnání tepelného odporu všech desíti sendvičových materiálů při teplotě 35°C, které jsou měřeny směrem od první vrstvy. Jak již bylo uvedeno v předchozím textu, tepelný odpor je ovlivněn tloušťkou materiálu, což je tímto grafem potvrzeno. Vzhled k podobným křivkám při použití různé izolační vrstvy, bylo toto hodnocení zaměřené spíše na první (transportní) vrstvu oděvu. Nejvyšší tepelný odpor má při všech měřených vlhkostech materiál 2. Nejhorším izolantem je v tomto případě materiál 3, který se skládá ze 100% polyesteru.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřená na hodnocení tepelně izolačních vlastností za působení různé relativní vlhkosti u funkčních materiálů. Úkolem této práce bylo vypracovat rešerši o fyziologických vlastnostech termoizolačních oděvů. Nejdůležitějším faktorem při nošení oděvů v jakémkoliv počasí a prostředí je komfort oděvu. Termofyziologický komfort lze zajistit mnoha způsoby, avšak je také mnoho faktorů, které mohou přenos tepla a vlhkosti od lidského těla značně ztížit. Z toho důvodu je velmi důležité dodržovat při různých teplotách správné vrstvení oděvů.

Další část práce byla zaměřena na teoretický rozbor týkající se vlivu vlhkosti na tepelně izolační vlastnosti textilních materiálů. Byly zde popsány parametry, které ovlivňují izolační vlastnosti oděvů a vybrané přístroje, které slouží k měření vlastností termofyziologického komfortu.

Experimentální část se zabývala charakteristikou měřených materiálů pro transportní, izolační i ochrannou vrstvu. A dále způsobem měření tepelně izolačních vlastností u vybraných souborů sendvičových materiálů. Cílem experimentální části bylo změřit tepelně izolační vlastnosti všech tří materiálů při různých vlhkostech a tyto výsledky následně vyhodnotit.

Sendvičové materiály byly proměřeny na analyzátoru tepelné vodivosti C – Therm TCi, jehož čidlo bylo umístěno v klimatické komoře Binder. Dále byl ke zjištění tloušťky sendvičového materiálu využit digitální tloušťkoměr SDL M034A, naměřené hodnoty byly následně použity pro výpočet tepelného odporu. Všechny tyto přístroje se nachází v laboratoři katedry oděvnictví.

Pro porovnání tepelně izolačních vlastností byly získány vzorky od společnosti SINGTEX a měření se uskutečnilo na již zmiňovaném přístroji C – Therm TCi a v klimatické komoře Binder. Samotné měření se provádělo při teplotách 20 a 35°C a při sedmi různých vlhkostech, avšak za stejné rychlosti proudění okolního vzduchu. Z naměřených dat byla v práci vyhodnocena zejména tepelná vodivost, která byla měřena z pohledu první i třetí vrstvy. Pokud jsou materiály měřeny z pohledu první vrstvy, jedná se o odvod tepla a vlhkosti od povrchu lidského těla a bylo potvrzeno, že tepelná vodivost roste exponenciálně s rostoucí vlhkostí, tím pádem dochází k rychlejšímu ochlazení lidského těla. Nejlepší tepelné vodivosti dosahuje vzorek složený z 52% PL a 48% nylonu. Můžeme tedy říci, že oděv z tohoto materiálu je

vhodný při velké fyzické zátěži. Pokud jsou materiály měřeny z pohledu třetí vrstvy, jedná se o přívod tepla a vlhkosti k povrchu lidského těla. Měření z pohledu třetí vrstvy je již ovlivněno tloušťkou materiálu a lepší tepelné vodivosti dosahují sendvičové materiály se slabší izolační vrstvou.

Při porovnání měření za různých teplot bylo potvrzeno, že se vzrůstající teplotou roste i naměřená hodnota tepelné vodivosti materiálu.

Z naměřených dat byla vyhodnocena také tepelná jímavost, která charakterizuje tepelný omak materiálů. Při bližším zkoumání bylo zjištěno, že materiál, který má nejlepší tepelnou vodivost, vykazuje zároveň nejhorší tepelnou jímavost. Z měření lze tedy usuzovat, že tento materiál bude příjemný v letních dnech nebo během náročné fyzické aktivity. Materiál s nejpříjemnějším omakem byla v tomto měření transportní vrstva s vlákny z kávových zrn v kombinaci s izolační vrstvou polartec.

Další tepelně izolační vlastnost, která byla z naměřených dat dopočítána, je tepelný odpor. Tyto hodnoty byly velmi ovlivněny tloušťkou materiálu, z tohoto důvodu byla schopnost materiálu udržet si teplo hodnocena podle první vrstvy. Nejhorší hodnoty tepelného odporu byly naměřeny u materiálu ze 100% PL. A nejlepších hodnot dosáhl vzorek s S.café polyesterem.

Pokud by měly být hodnoceny materiály pro zimní a letní oblečení, nelze přehlížet pouze k tepelně izolačním vlastnostem, ale také k tloušťce materiálu. Z celkového hodnocení lze s určitostí říct, že jako letní materiál se nejlépe osvědčil materiál s chladičným efektem icecool. Materiálem s tepelně izolačními vlastnostmi, které nejvíce odpovídají zimnímu oblečení, je jednoznačně transportní vrstva S.café.

Funkčních materiálů na našem trhu je v současné době velké množství a vzhledem k poptávce se vyrábí stále další. Proto by bylo vhodné v práci pokračovat a proměřit i jiné typy materiálů.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HES L. a SLUKA P.: Úvod do komfortu textilií. Vydání první. TUL duben 2005
- [2] Viera Glombíková: Fyziologické vlastnosti textilií [Elektronická skripta]. Liberec 2006 Dostupné z: <<http://www.ft.vslib.cz/database/skripta/>>
- [3] Věra Pakostová: Oděvní komfort [Online]. [cit. 5.2.2011] Dostupné z: <www.pakostova.pellican.cz/clanky/komfort.doc>
- [4] Dagmar Růžicková: Oděvní materiály. Vydání první. TUL únor 2003
- [5] R. A. Delljová, R. F. Afanasjevová, Z. S. Čubarovová: Hygiena odívání. Vydání první. Praha 1. SNTL – Nakladatelství technické literatury 1984
- [6] Rybář: Outdoorové oblečení - materiály [Online]. [cit. 25.1.2011]. Dostupné z: <<http://www.mrk.cz/clanek.php3?id=648>>
- [7] Petr Macháček: Víte, co si oblékáte? [Online]. [cit. 25.1.2011]. Dostupné z: <<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107711-vite,-co-si-oblekate?-i.>>
- [8] Ivo Středa: Základy rovnovážné termodynamiky. Vydání třetí. TUL duben 2009
- [9] Nobasil: Výpočet tepelného odporu [Online]. [cit. 5.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.nobasil.cz/vypocet-tepelneho-odporu/>>
- [10] ČVUT - Fakulta strojní: Tepelné vlastnosti [Online]. [cit. 5.5.2011]. Dostupné z: <<http://ceg.fsv.cvut.cz/vyzkum/zkousky/tepelne-vlastnosti/tepelne-vlastnosti>>
- [11] Stanislava Martášková: Studie zjišťování tepelně – izolačních vlastností textilií. [Diplomová práce] Liberec 2006
- [12] Jaroslav Reichl: Měrná tepelná kapacita [Online]. [cit. 6.5.2011]. Dostupné z: <<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=578>>
- [13] Josef Cífrain: Co je tepelná vodivost? [Online]. [cit. 5.5.2011]. Dostupné z: <www.tepelna-izolace.cz/co-je-tepelna-vodivost.html>
- [14] Propustnost tepla [Online]. [cit. 6.5.2011]. Dostupné z: <www.eis.cz/dokumenty/973_4_0_12000-10-06_13-53-09.doc>
- [15] Libuše Čejková: Měření tepelně izolačních vlastností plošných textilií. [Diplomová práce] Liberec 2002
- [16] C-Therm TCi Operator Manual
- [17] *INTERNÍ NORMA 23-304-02/01* – Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta. Výzkumné centrum Textil LN00B090 Technická univerzita v Liberci, 2004

- [18] *NORMA ISO 5058 ČÁST 1 (BS 4745) – Textiles – Determination of thermal resistance – Part 1*
- [19] *NORMA ISO EN 31092 – Zjišťování fyziologických vlastností měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou). (ISO 11092: 1993). Praha: Český normalizační institut, 1996*
- [20] Markus Weder, René M. Rossi, Cyril Chaigneau a Brice Tillmann: Evaporative cooling and heat transfer in functional underwear [Online]. [cit. 14.6.2011]. Dostupné z: <www.emeraldinsight.com/0955-6222.htm>
- [21] J. E. Ruckman, R. Murray a H. S. Choi: Engineering of clothing systems for improved thermophysiological comfort - The effect of openings [Online]. [cit. 14.6.2011]. Dostupné z: <www.emeraldinsight.com/journals.htm?...show...>
- [22] Guowen Song: Improving comfort in clothing. Woodhead Publishing Limited, Sawston 2001, kapitola 8.
- [23] Murárová A., Rusnák A., Murárová Z.: THERMOPHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF INTEGRATED TEXTILE LAYERS DESIGNED FOR AN EXTREMELY LOW TEMPERATURE ENVIRONMENT [Online]. [cit. 14.6.2011]. Dostupné z: <www.chtf.stuba.sk/kvt/casopis/VLTX405.pdf>
- [24] Hes, L.: Thermal comfort properties of textile fabrics in wet state. Říjen 2007.
- [25] ČSN EN ISO 5084 (80 0844): Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1

Tabulky a grafy tepelné vodivosti pro samostatné sendvičové materiály měřené při teplotě 20°C.

Tabulky a grafy tepelné vodivosti pro samostatné sendvičové materiály měřené při teplotě 35°C.

Příloha 2

Tabulky hodnot tepelné vodivosti pro všechny sendvičové materiály.

Příloha 3

Tabulky a grafy porovnání tepelné vodivosti při teplotě 20°C a 35°C.

Příloha 4

Tabulka hodnot tepelné vodivosti pro jednotlivé vrstvy sendvičových materiálů a jejich různé kombinace.

Příloha 5

Tabulka hodnot tepelné jímavosti pro všechny sendvičové materiály.

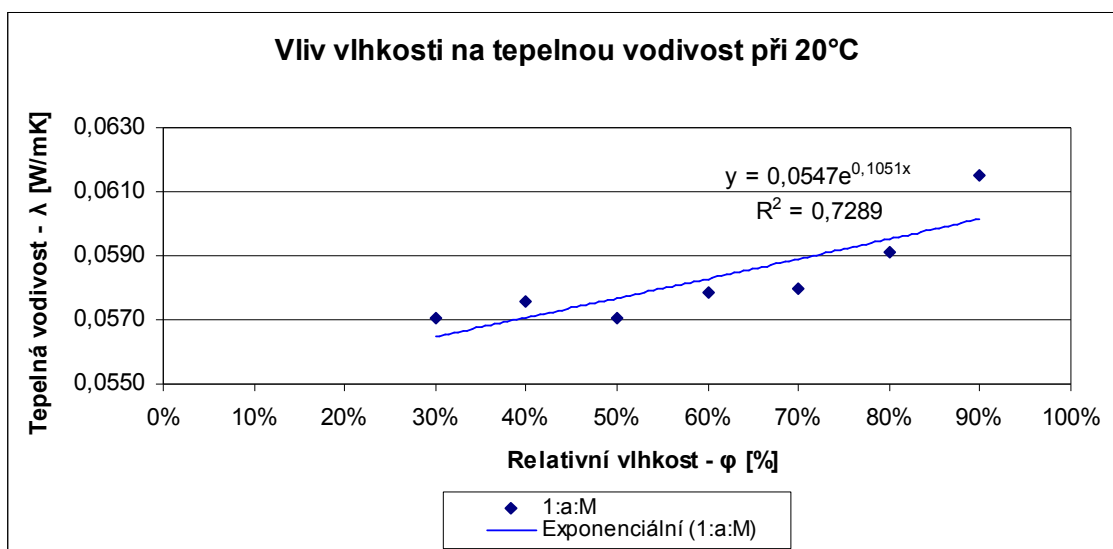
Příloha 6

Tabulka hodnot tepelného odporu pro všechny sendvičové materiály.

Příloha 1

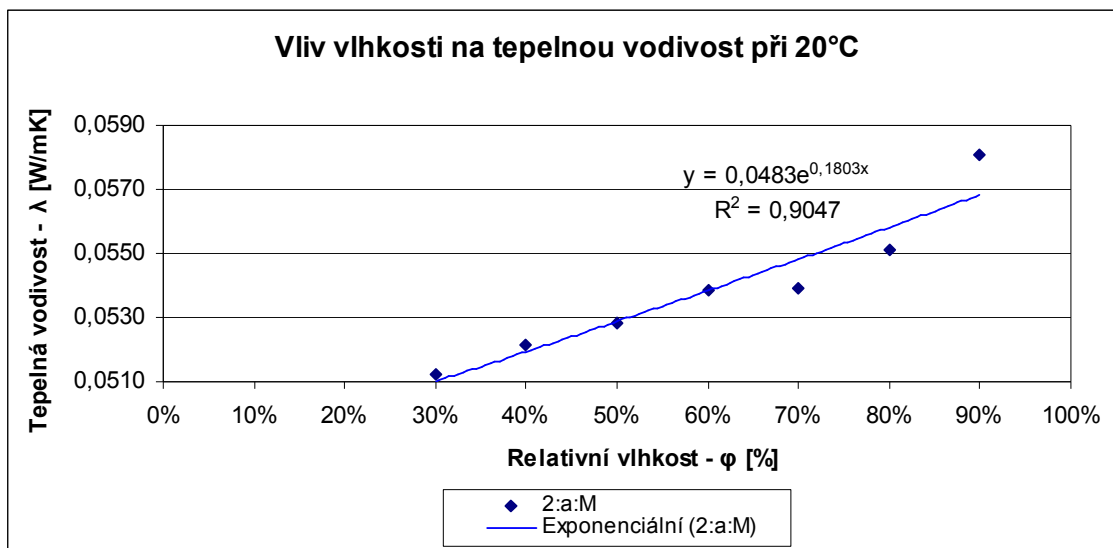
Tabulky a grafy tepelné vodivosti pro samostatné sendvičové materiály měřené při teplotě 20°C.

1:a:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0568	0,0576	0,0589	0,0581	0,0586	0,0596	0,0621
	0,0563	0,0575	0,0580	0,0587	0,0581	0,0594	0,0619
	0,0566	0,0576	0,0583	0,0584	0,0586	0,0598	0,0620
	0,0565	0,0574	0,0586	0,0584	0,0584	0,0599	0,0622
	0,0568	0,0578	0,0580	0,0586	0,0583	0,0597	0,0627
	0,0573	0,0576	0,0588	0,0571	0,0565	0,0594	0,0604
	0,0572	0,0577	0,0583	0,0571	0,0569	0,0590	0,0603
	0,0575	0,0575	0,0588	0,0570	0,0562	0,0592	0,0605
	0,0575	0,0580	0,0586	0,0575	0,0568	0,0590	0,0606
	0,0574	0,0578	0,0584	0,0574	0,0567	0,0593	0,0610
	0,0571	0,0576	0,0541	0,0580	0,0589	0,0582	0,0616
	0,0575	0,0570	0,0541	0,0578	0,0588	0,0585	0,0619
	0,0570	0,0575	0,0544	0,0578	0,0588	0,0586	0,0620
	0,0573	0,0574	0,0543	0,0576	0,0589	0,0585	0,0615
	0,0570	0,0573	0,0546	0,0583	0,0590	0,0584	0,0621
λ_{\square} [W/mK]	0,0571	0,0576	0,0571	0,0578	0,0580	0,0591	0,0615
s [W/mK]	0,0004	0,0002	0,0021	0,0006	0,0010	0,0005	0,0008
v [%]	0,6690	0,4296	3,6165	0,9688	1,7686	0,9271	1,2595
95% IS	<0,0569; 0,0573>	<0,0575; 0,0577>	<0,0561; 0,0581>	<0,0575; 0,0581>	<0,0575; 0,0585>	<0,0588; 0,0594>	<0,0611; 0,0619>



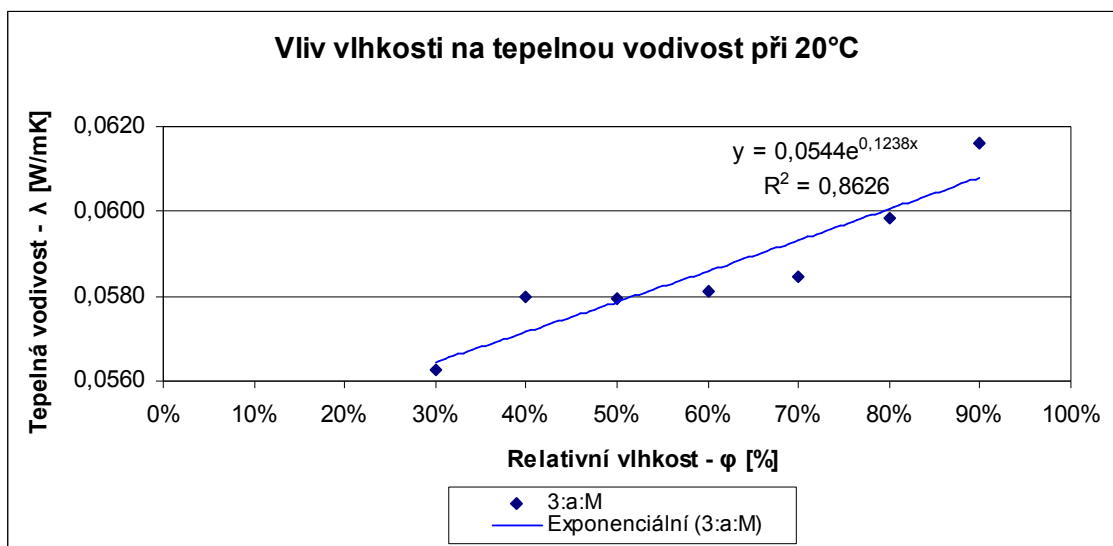
Tabulka a graf sendvičového materiálu 1:a:M

2:a:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0515	0,0530	0,0527	0,0540	0,0542	0,0549	0,0585
	0,0510	0,0523	0,0528	0,0538	0,0544	0,0547	0,0584
	0,0512	0,0522	0,0525	0,0538	0,0541	0,0553	0,0580
	0,0513	0,0523	0,0525	0,0541	0,0539	0,0550	0,0582
	0,0508	0,0525	0,0529	0,0538	0,0532	0,0553	0,0579
	0,0517	0,0521	0,0528	0,0538	0,0535	0,0547	0,0579
	0,0516	0,0518	0,0528	0,0538	0,0536	0,0545	0,0571
	0,0512	0,0516	0,0529	0,0543	0,0537	0,0548	0,0578
	0,0518	0,0519	0,0529	0,0540	0,0539	0,0549	0,0578
	0,0516	0,0517	0,0527	0,0538	0,0540	0,0549	0,0573
	0,0509	0,0523	0,0531	0,0540	0,0540	0,0553	0,0581
	0,0510	0,0521	0,0528	0,0535	0,0540	0,0556	0,0586
	0,0510	0,0522	0,0532	0,0539	0,0538	0,0555	0,0584
	0,0511	0,0522	0,0526	0,0538	0,0540	0,0552	0,0584
	0,0512	0,0521	0,0533	0,0535		0,0559	0,0585
λ_{\square} [W/mK]	0,0513	0,0521	0,0528	0,0539	0,0539	0,0551	0,0581
s [W/mK]	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0004
v [%]	0,6200	0,6360	0,4290	0,3771	0,5734	0,7020	0,7413
95% IS	<0,0511; 0,0515>	<0,0519; 0,0523>	<0,0527; 0,0529>	<0,0538; 0,0540>	<0,0537; 0,0541>	<0,0549; 0,0553>	<0,0579; 0,0583>



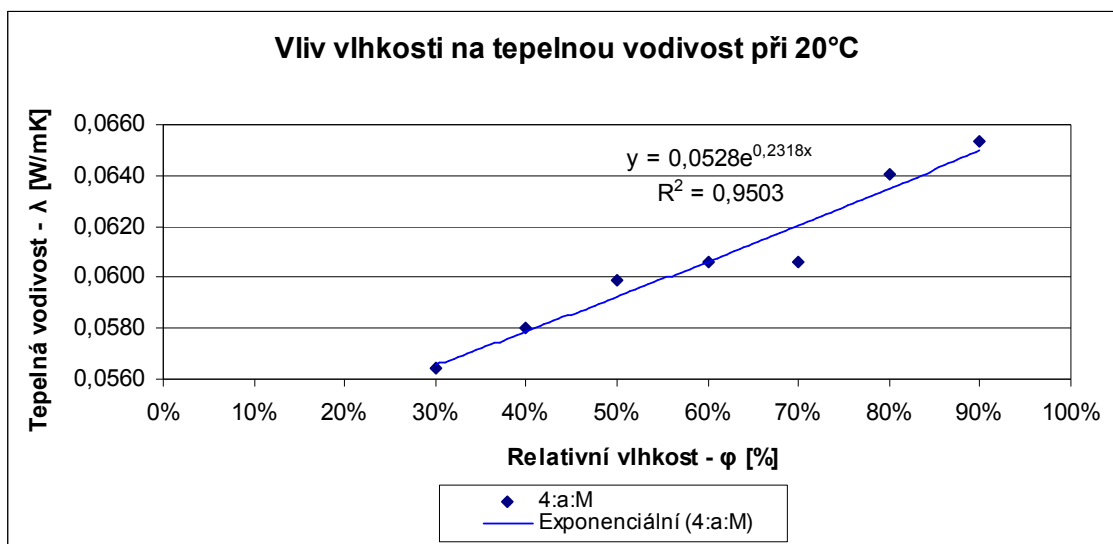
Tabulka a graf sendvičového materiálu 2:a:M

3:a:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0570	0,0580	0,0578	0,0586	0,0592	0,0593	0,0621
	0,0571	0,0584	0,0582	0,0588	0,0588	0,0595	0,0618
	0,0566	0,0577	0,0578	0,0583	0,0590	0,0596	0,0621
	0,0573	0,0584	0,0581	0,0585	0,0586	0,0594	0,0616
	0,0568	0,0580	0,0577	0,0585	0,0587	0,0596	0,0619
	0,0574	0,0587	0,0584	0,0578	0,0574	0,0604	0,0612
	0,0578	0,0584	0,0580	0,0578	0,0577	0,0603	0,0614
	0,0576	0,0584	0,0578	0,0576	0,0576	0,0606	0,0616
	0,0576	0,0582	0,0581	0,0577	0,0577	0,0604	0,0616
	0,0572	0,0586	0,0577	0,0581	0,0574	0,0603	0,0614
	0,0545	0,0577	0,0582	0,0578	0,0588	0,0594	0,0614
	0,0541	0,0574	0,0576	0,0583	0,0590	0,0596	0,0618
	0,0540	0,0573	0,0581	0,0579	0,0592	0,0598	0,0616
	0,0541	0,0571	0,0580	0,0582	0,0590	0,0595	0,0613
	0,0546	0,0573	0,0579		0,0589	0,0599	0,0616
λ_{\square} [W/mK]	0,0562	0,0580	0,0580	0,0581	0,0585	0,0598	0,0616
s [W/mK]	0,0015	0,0005	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004	0,0003
v [%]	2,6336	0,9036	0,4053	0,6463	1,1598	0,7442	0,4218
95% IS	<0,0555; 0,0569>	<0,0577; 0,0583>	<0,0579; 0,0581>	<0,0579; 0,0583>	<0,0582; 0,0588>	<0,0596; 0,0600>	<0,0615; 0,0617>



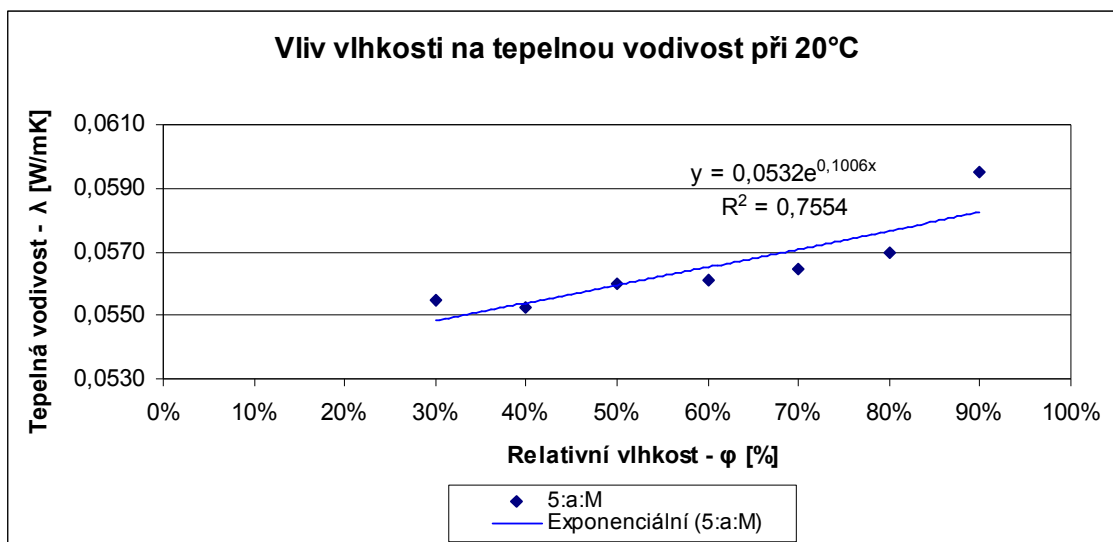
Tabulka a graf sendvičového materiálu 3:a:M

4:a:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0570	0,0585	0,0592	0,0609	0,0612	0,0645	0,0650
	0,0572	0,0585	0,0596	0,0611	0,0610	0,0643	0,0649
	0,0569	0,0588	0,0602	0,0611	0,0612	0,0643	0,0653
	0,0569	0,0583	0,0600	0,0610	0,0615	0,0645	0,0650
	0,0571	0,0591	0,0598	0,0614	0,0614	0,0642	0,0651
	0,0567	0,0583	0,0596	0,0609	0,0606	0,0639	0,0651
	0,0570	0,0585	0,0591	0,0610	0,0606	0,0638	0,0653
	0,0569	0,0582	0,0596	0,0611	0,0604	0,0643	0,0652
	0,0571	0,0581	0,0596	0,0614	0,0608	0,0641	0,0653
	0,0568	0,0586	0,0596	0,0610	0,0603	0,0638	0,0653
	0,0550	0,0573	0,0689	0,0593	0,0601	0,0637	0,0655
	0,0557	0,0571	0,0581	0,0599	0,0595	0,0636	0,0655
	0,0554	0,0568	0,0582	0,0598	0,0604	0,0640	0,0657
	0,0553	0,0571	0,0581	0,0597	0,0598	0,0636	0,0658
	0,0552	0,0571	0,0582	0,0601	0,0600	0,0639	0,0656
λ_{\square} [W/mK]	0,0564	0,0580	0,0599	0,0606	0,0606	0,0640	0,0653
s [W/mK]	0,0008	0,0007	0,0026	0,0007	0,0006	0,0003	0,0003
v [%]	1,4648	1,2660	4,3555	1,1102	0,9948	0,4914	0,4099
95% IS	<0,0560; 0,0568>	<0,0576; 0,0584>	<0,0586; 0,0612>	<0,0603; 0,0609>	<0,0603; 0,0609>	<0,0638; 0,0642>	<0,0652; 0,0654>



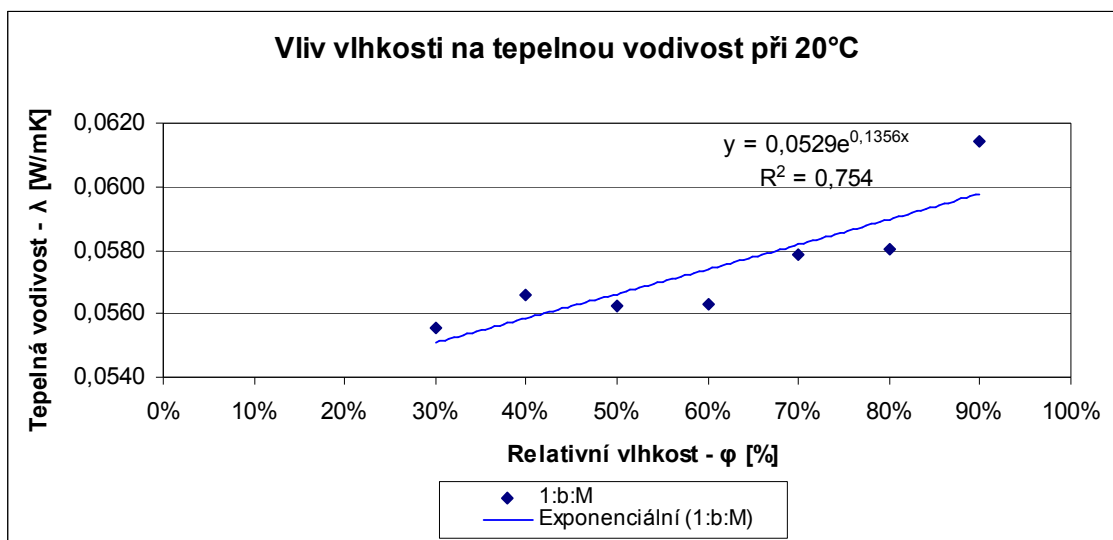
Tabulka a graf sendvičového materiálu 4:a:M

5:a:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0549	0,0552	0,0559	0,0559	0,0565	0,0566	0,0596
	0,0546	0,0557	0,0556	0,0559	0,0565	0,0566	0,0600
	0,0550	0,0554	0,0559	0,0560	0,0564	0,0561	0,0600
	0,0544	0,0555	0,0559	0,0557	0,0563	0,0559	0,0596
	0,0548	0,0553	0,0556	0,0556	0,0567	0,0566	0,0598
	0,0553	0,0544	0,0550	0,0559	0,0560	0,0576	0,0597
	0,0554	0,0546	0,0550	0,0561	0,0559	0,0574	0,0599
	0,0553	0,0544	0,0547	0,0558	0,0560	0,0576	0,0597
	0,0557	0,0545	0,0550	0,0562	0,0559	0,0575	0,0596
	0,0553	0,0541	0,0554	0,0558	0,0558	0,0577	0,0594
	0,0563	0,0558	0,0571	0,0565	0,0570	0,0572	0,0590
	0,0563	0,0557	0,0572	0,0565	0,0569	0,0568	0,0590
	0,0562	0,0560	0,0569	0,0563	0,0566	0,0573	0,0586
	0,0560	0,0559	0,0568	0,0569	0,0571	0,0569	0,0592
	0,0565	0,0559	0,0574	0,0563	0,0569	0,0572	0,0592
λ_{\square} [W/mK]	0,0555	0,0552	0,0560	0,0561	0,0564	0,0570	0,0595
s [W/mK]	0,0007	0,0007	0,0009	0,0004	0,0004	0,0006	0,0004
v [%]	1,1921	1,1801	1,6106	0,6359	0,7933	0,9877	0,6949
95% IS	<0,0552; 0,0558>	<0,0549; 0,0555>	<0,0555; 0,0565>	<0,0559; 0,0563>	<0,0562; 0,0566>	<0,0567; 0,0573>	<0,0593; 0,0597>



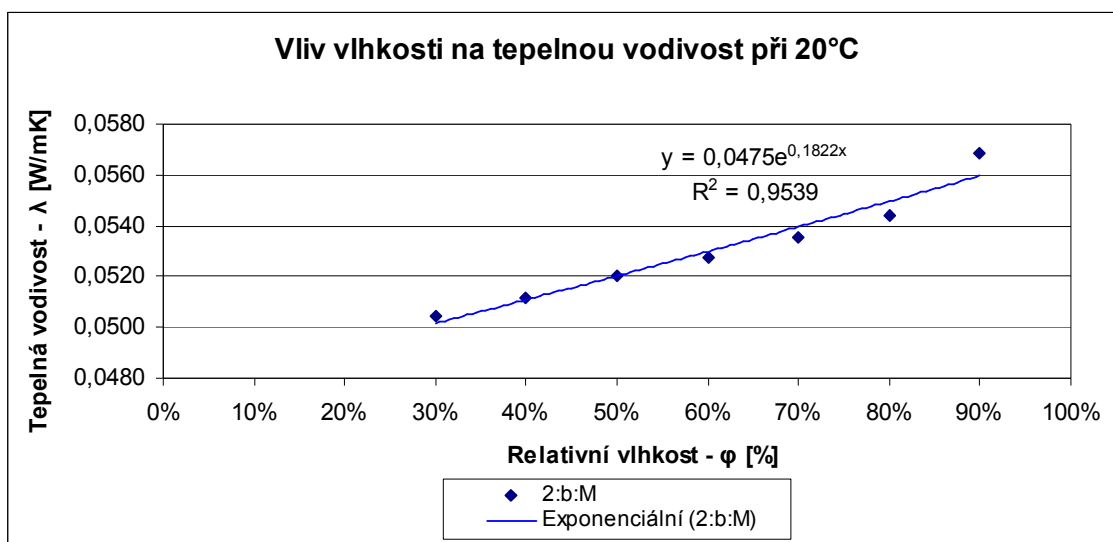
Tabulka a graf sendvičového materiálu 5:a:M

1:b:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0559	0,0570	0,0566	0,0562	0,0592	0,0580	0,0608
	0,0561	0,0569	0,0567	0,0556	0,0576	0,0582	0,0605
	0,0563	0,0570	0,0567	0,0557	0,0572	0,0581	0,0609
	0,0562	0,0568	0,0568	0,0562	0,0576	0,0584	0,0610
	0,0564	0,0574	0,0568	0,0565	0,0578	0,0580	0,0607
	0,0548	0,0561	0,0558	0,0564	0,0575	0,0575	0,0615
	0,0553	0,0559	0,0559	0,0558	0,0572	0,0577	0,0618
	0,0549	0,0565	0,0559	0,0557	0,0573	0,0582	0,0615
	0,0549	0,0564	0,0559	0,0564	0,0575	0,0577	0,0620
	0,0551	0,0563	0,0564	0,0559	0,0572	0,0581	0,0620
	0,0549	0,0562	0,0560	0,0569	0,0586	0,0577	0,0616
	0,0557	0,0566	0,0562	0,0568	0,0579	0,0581	0,0618
	0,0556	0,0562	0,0561	0,0568	0,0580	0,0582	0,0617
	0,0556	0,0561	0,0561	0,0569	0,0583	0,0583	0,0616
	0,0556	0,0572	0,0560	0,0566	0,0586	0,0584	0,0620
λ_{\square} [W/mK]	0,0556	0,0566	0,0563	0,0563	0,0578	0,0580	0,0614
s [W/mK]	0,0005	0,0004	0,0004	0,0005	0,0006	0,0003	0,0005
v [%]	0,9712	0,7780	0,6543	0,8042	1,0532	0,4833	0,8413
95% IS	<0,0553; 0,0559>	<0,0564; 0,0568>	<0,0561; 0,0565>	<0,0561; 0,0565>	<0,0575; 0,0581>	<0,0579; 0,0581>	<0,0611; 0,0617>



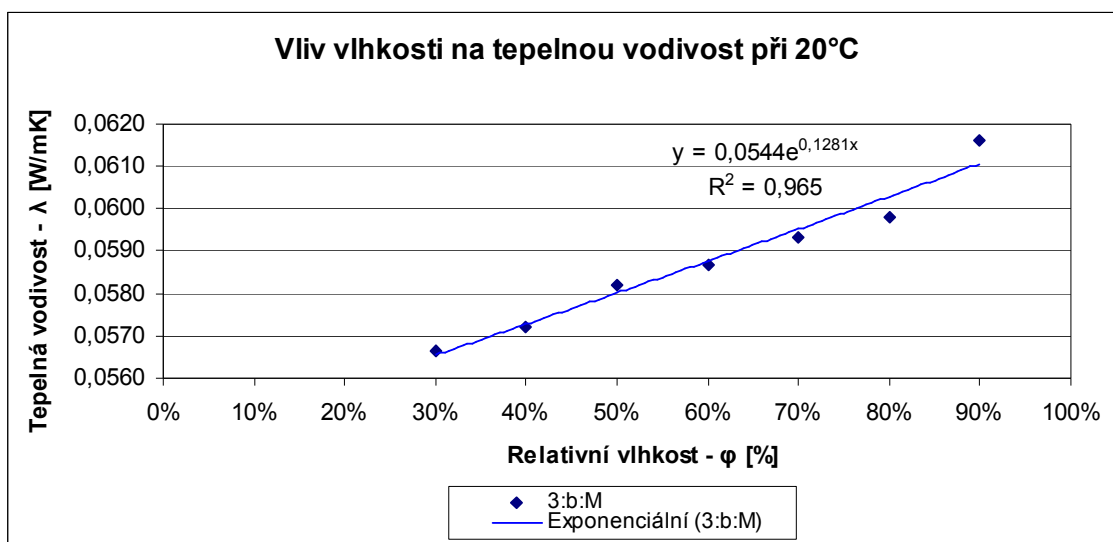
Tabulka a graf sendvičového materiálu 1:b:M

2:b:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0503	0,0505	0,0519	0,0521	0,0530	0,0544	0,0567
	0,0499	0,0498	0,0516	0,0522	0,0535	0,0542	0,0571
	0,0503	0,0503	0,0519	0,0519	0,0534	0,0541	0,0569
	0,0501	0,0502	0,0517	0,0524	0,0532	0,0545	0,0566
	0,0501	0,0500	0,0520	0,0522	0,0534	0,0539	0,0562
	0,0512	0,0520	0,0522	0,0534	0,0530	0,0547	0,0567
	0,0512	0,0519	0,0519	0,0533	0,0532	0,0550	0,0564
	0,0511	0,0518	0,0522	0,0530	0,0530	0,0552	0,0567
	0,0513	0,0516	0,0521	0,0532	0,0532	0,0551	0,0566
	0,0517	0,0518	0,0521	0,0534	0,0533	0,0545	0,0563
	0,0499	0,0518	0,0524	0,0529	0,0543	0,0542	0,0573
	0,0496	0,0515	0,0524	0,0529	0,0537	0,0544	0,0572
	0,0499	0,0517	0,0517	0,0533	0,0541	0,0542	0,0572
	0,0498	0,0518	0,0521	0,0527	0,0543	0,0541	0,0573
	0,0501	0,0514	0,0520	0,0529	0,0543	0,0539	0,0572
λ_{\square} [W/mK]	0,0504	0,0512	0,0520	0,0528	0,0535	0,0544	0,0568
s [W/mK]	0,0007	0,0008	0,0002	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
v [%]	1,3503	1,5287	0,4386	0,9614	0,9174	0,7680	0,6635
95% IS	<0,0501; 0,0507>	<0,0508; 0,0516>	<0,0519; 0,0521>	<0,0525; 0,0531>	<0,0533; 0,0537>	<0,0542; 0,0546>	<0,0566; 0,0570>



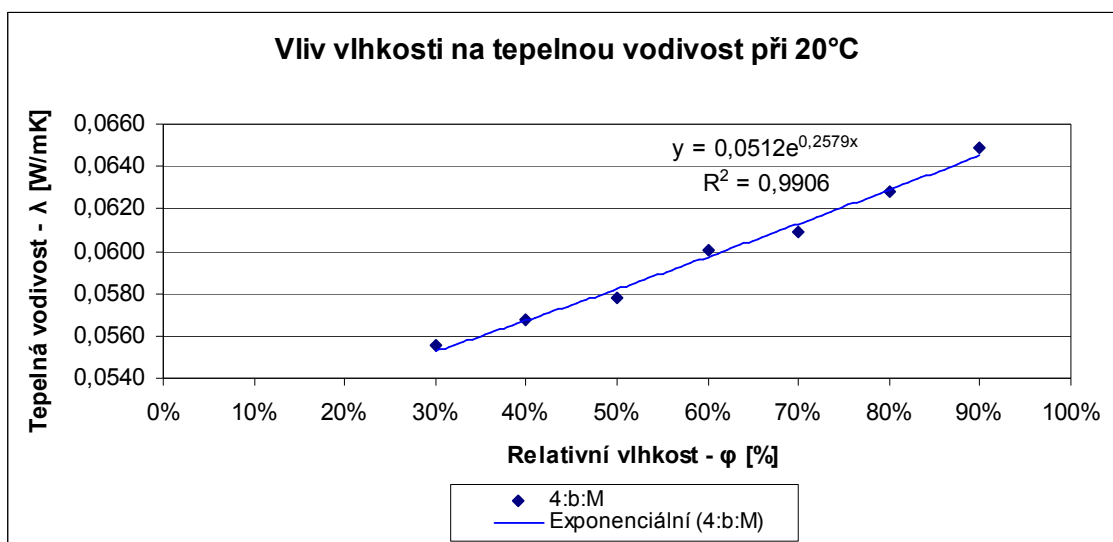
Tabulka a graf sendvičového materiálu 2:b:M

3:b:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0571	0,0576	0,0592	0,0585	0,0595	0,0597	0,0614
	0,0565	0,0573	0,0588	0,0590	0,0596	0,0596	0,0619
	0,0574	0,0575	0,0594	0,0588	0,0596	0,0603	0,0611
	0,0574	0,0578	0,0592	0,0588	0,0591	0,0598	0,0617
	0,0570	0,0573	0,0593	0,0587	0,0597	0,0598	0,0615
	0,0569	0,0569	0,0580	0,0583	0,0593	0,0599	0,0613
	0,0567	0,0572	0,0576	0,0579	0,0593	0,0598	0,0614
	0,0562	0,0568	0,0578	0,0583	0,0593	0,0598	0,0617
	0,0567	0,0568	0,0573	0,0581	0,0592	0,0596	0,0616
	0,0566	0,0572	0,0578	0,0581	0,0593	0,0598	0,0616
	0,0565	0,0573	0,0575	0,0590	0,0594	0,0601	0,0620
	0,0561	0,0573	0,0579	0,0591	0,0592	0,0595	0,0617
	0,0561	0,0574	0,0576	0,0592	0,0589	0,0598	0,0617
	0,0560	0,0569	0,0578	0,0591	0,0592	0,0600	0,0616
	0,0565	0,0571	0,0577	0,0595	0,0592	0,0598	0,0619
λ_{\square} [W/mK]	0,0567	0,0572	0,0582	0,0587	0,0593	0,0598	0,0616
s [W/mK]	0,0004	0,0003	0,0007	0,0005	0,0002	0,0002	0,0002
v [%]	0,7783	0,4900	1,2725	0,8197	0,3521	0,3243	0,3754
95% IS	<0,0565; 0,0569>	<0,0571; 0,0573>	<0,0578; 0,0586>	<0,0585; 0,0589>	<0,0592; 0,0594>	<0,0597; 0,0599>	<0,0615; 0,0617>



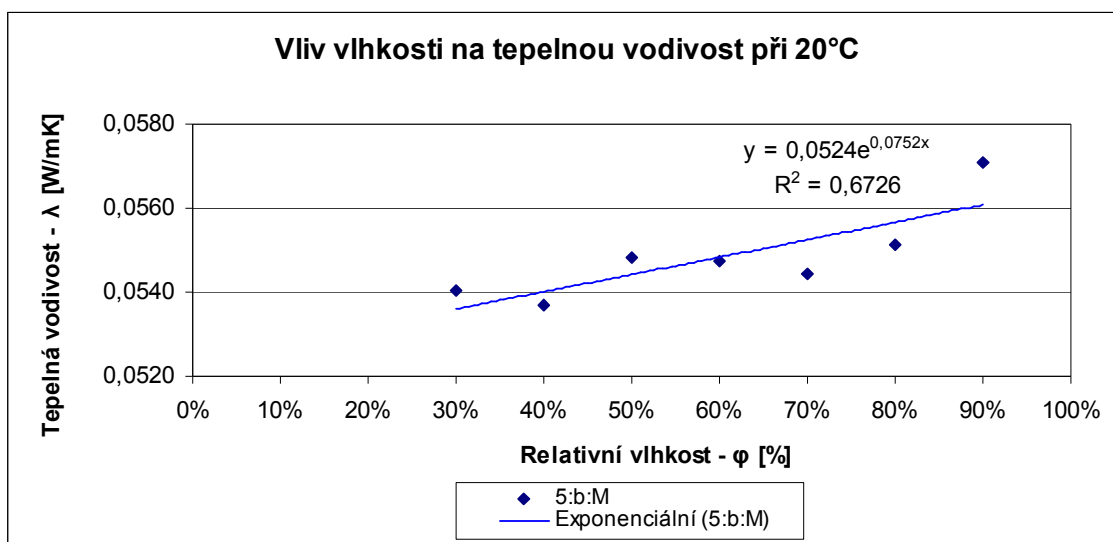
Tabulka a graf sendvičového materiálu 3:b:M

4:b:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0562	0,0581	0,0580	0,0603	0,0615	0,0623	0,0641
	0,0564	0,0578	0,0586	0,0602	0,0606	0,0621	0,0645
	0,0562	0,0576	0,0581	0,0605	0,0611	0,0621	0,0648
	0,0560	0,0579	0,0585	0,0606	0,0614	0,0622	0,0644
	0,0561	0,0578	0,0586	0,0599	0,0611	0,0622	0,0646
	0,0555	0,0570	0,0572	0,0595	0,0596	0,0634	0,0644
	0,0557	0,0569	0,0571	0,0596	0,0596	0,0635	0,0645
	0,0558	0,0569	0,0576	0,0592	0,0598	0,0638	0,0648
	0,0554	0,0572	0,0573	0,0595	0,0597	0,0635	0,0647
	0,0557	0,0566	0,0570	0,0595	0,0595	0,0636	0,0646
	0,0548	0,0552	0,0575	0,0602	0,0622	0,0623	0,0657
	0,0550	0,0554	0,0573	0,0602	0,0616	0,0627	0,0656
	0,0547	0,0553	0,0580	0,0605	0,0621	0,0628	0,0657
	0,0549	0,0555	0,0575	0,0602	0,0619	0,0625	0,0657
	0,0551	0,0557	0,0582	0,0601	0,0620	0,0630	0,0653
λ_{\square} [W/mK]	0,0556	0,0567	0,0578	0,0600	0,0609	0,0628	0,0649
s [W/mK]	0,0006	0,0010	0,0006	0,0004	0,0010	0,0006	0,0006
v [%]	1,0052	1,8046	0,9698	0,7466	1,6561	0,9817	0,8692
95% IS	<0,0553; 0,0559>	<0,0562; 0,0572>	<0,0575; 0,0581>	<0,0598; 0,0602>	<0,0604; 0,0614>	<0,0625; 0,0631>	<0,0646; 0,0652>



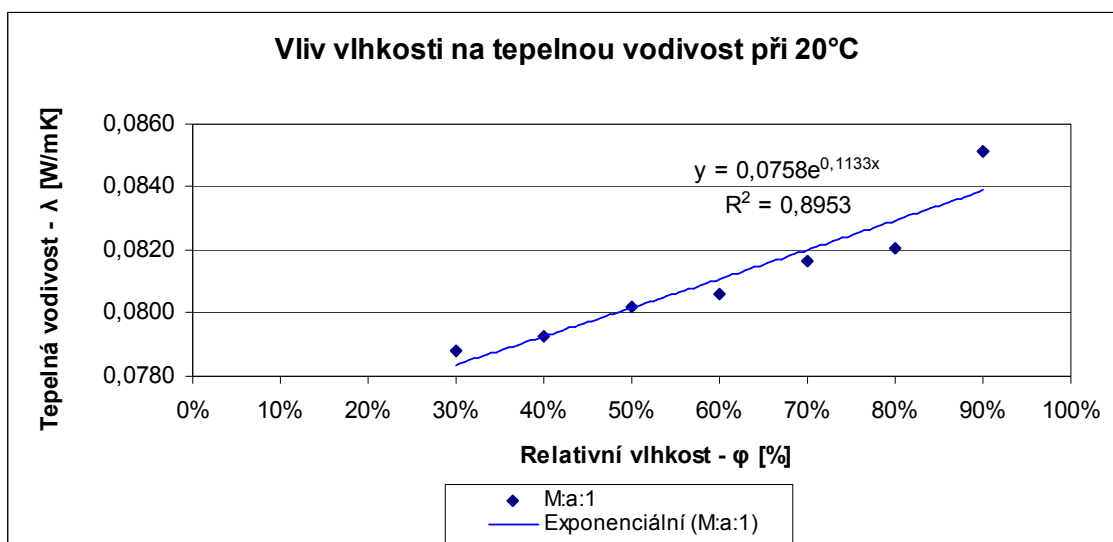
Tabulka a graf sendvičového materiálu 4:b:M

5:b:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0536	0,0538	0,0545	0,0550	0,0552	0,0551	0,0565
	0,0534	0,0536	0,0545	0,0546	0,0552	0,0552	0,0568
	0,0534	0,0536	0,0543	0,0546	0,0549	0,0555	0,0561
	0,0532	0,0533	0,0540	0,0549	0,0549	0,0551	0,0564
	0,0530	0,0536	0,0577	0,0548	0,0551	0,0552	0,0567
	0,0542	0,0535	0,0550	0,0549	0,0535	0,0548	0,0565
	0,0542	0,0535	0,0550	0,0545	0,0536	0,0544	0,0565
	0,0539	0,0534	0,0548	0,0547	0,0534	0,0549	0,0563
	0,0540	0,0536	0,0548	0,0543	0,0534	0,0543	0,0565
	0,0540	0,0534	0,0549	0,0549	0,0537	0,0548	0,0566
	0,0549	0,0538	0,0547	0,0550	0,0549	0,0553	0,0583
	0,0546	0,0540	0,0542	0,0547	0,0546	0,0559	0,0584
	0,0543	0,0542	0,0546	0,0549	0,0549	0,0552	0,0584
	0,0548	0,0539	0,0546	0,0546	0,0549	0,0558	0,0580
	0,0549	0,0540	0,0547	0,0548		0,0554	0,0580
λ_{\square} [W/mK]	0,0540	0,0537	0,0548	0,0547	0,0544	0,0551	0,0571
s [W/mK]	0,0006	0,0003	0,0009	0,0002	0,0007	0,0004	0,0009
v [%]	1,1361	0,4986	1,5587	0,3589	1,3458	0,8057	1,5124
95% IS	<0,0537; 0,0543>	<0,0536; 0,0538>	<0,0544; 0,0552>	<0,0546; 0,0548>	<0,0540; 0,0548>	<0,0549; 0,0553>	<0,0567; 0,0575>



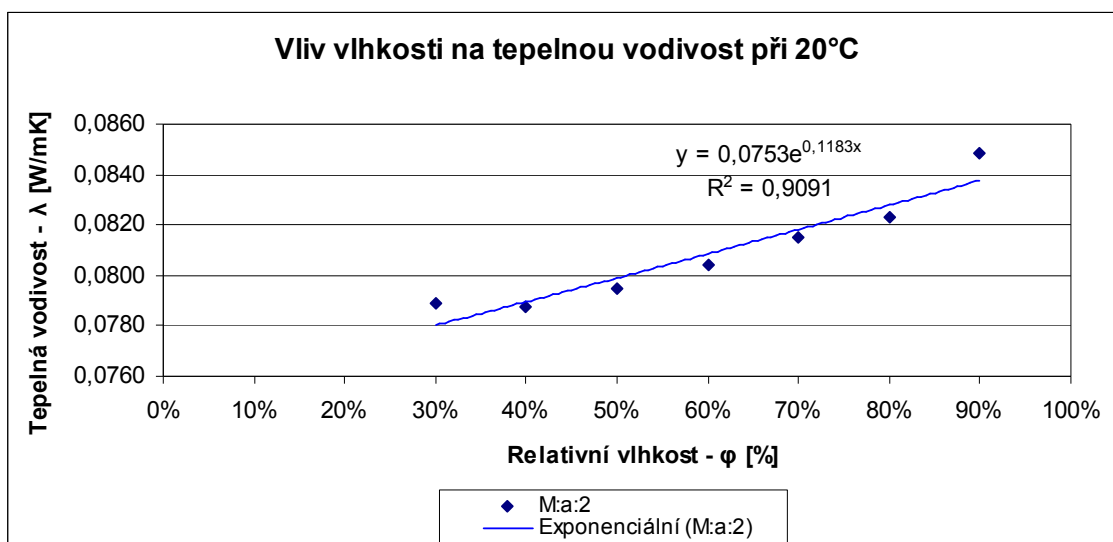
Tabulka a graf sendvičového materiálu 5:b:M

M:a:1							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0801	0,0792	0,0807	0,0806	0,0807	0,0817	0,0851
	0,0792	0,0799	0,0808	0,0807	0,0810	0,0822	0,0851
	0,0788	0,0792	0,0805	0,0807	0,0812	0,0817	0,0853
	0,0793	0,0795	0,0806	0,0808	0,0806	0,0819	0,0853
	0,0788	0,0797	0,0804	0,0805	0,0815	0,0820	0,0855
	0,0782	0,0790	0,0801	0,0805	0,0819	0,0828	0,0852
	0,0782	0,0793	0,0806	0,0804	0,0817	0,0820	0,0843
	0,0786	0,0790	0,0804	0,0802	0,0816	0,0819	0,0847
	0,0783	0,0792	0,0806	0,0806	0,0818	0,0822	0,0854
	0,0784	0,0795	0,0803	0,0805	0,0822	0,0827	0,0855
	0,0787	0,0794	0,0795	0,0812	0,0821	0,0817	0,0852
	0,0788	0,0791	0,0799	0,0809	0,0821	0,0820	0,0852
	0,0790	0,0788	0,0795	0,0804	0,0821	0,0820	0,0848
	0,0791	0,0791	0,0795	0,0807	0,0827	0,0819	0,0853
	0,0788	0,0792	0,0800	0,0805		0,0818	0,0851
λ_{\square} [W/mK]	0,0788	0,0793	0,0802	0,0806	0,0817	0,0820	0,0851
s [W/mK]	0,0005	0,0003	0,0004	0,0002	0,0006	0,0003	0,0003
v [%]	0,6206	0,3602	0,5522	0,2802	0,7509	0,3905	0,3573
95% IS	<0,0786; 0,0790>	<0,0792; 0,0794>	<0,0800; 0,0804>	<0,0805; 0,0807>	<0,0814; 0,0820>	<0,0818; 0,0822>	<0,0849; 0,0853>



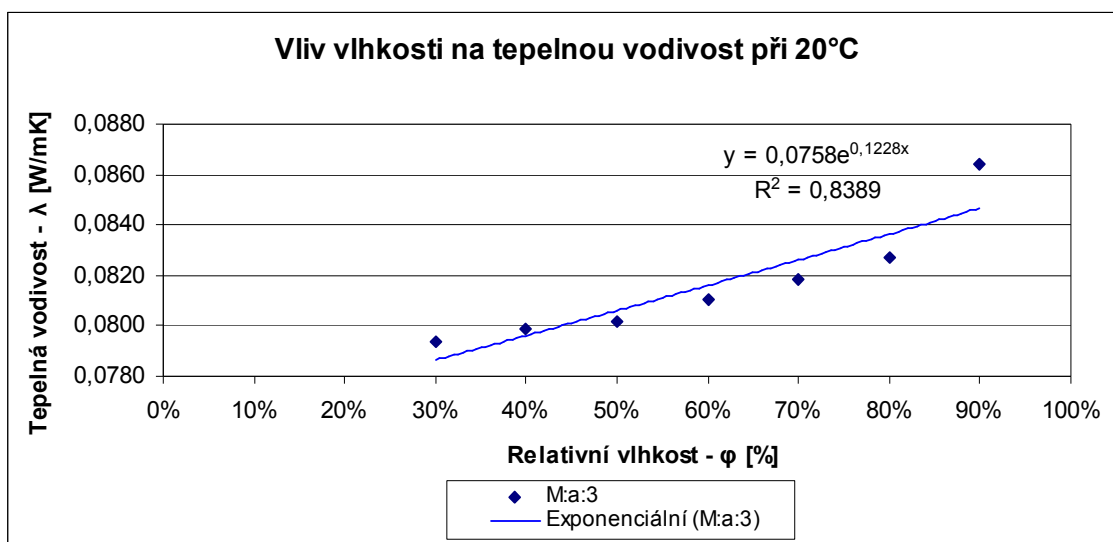
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:1

M:a:2							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0789	0,0797	0,0802	0,0807	0,0809	0,0823	0,0848
	0,0791	0,0801	0,0802	0,0805	0,0816	0,0826	0,0849
	0,0791	0,0801	0,0801	0,0802	0,0815	0,0824	0,0849
	0,0793	0,0798	0,0806	0,0809	0,0819	0,0822	0,0846
	0,0789	0,0797	0,0800	0,0804	0,0818	0,0824	0,0847
	0,0792	0,0795	0,0784	0,0800	0,0815	0,0823	0,0843
	0,0787	0,0801	0,0784	0,0799	0,0811	0,0820	0,0851
	0,0789	0,0795	0,0781	0,0797	0,0811	0,0819	0,0849
	0,0792	0,0793	0,0786	0,0801	0,0811	0,0822	0,0846
	0,0788	0,0683	0,0785	0,0802	0,0811	0,0823	0,0846
	0,0785	0,0790	0,0798	0,0807	0,0819	0,0821	0,0854
	0,0788	0,0793	0,0797	0,0807	0,0818	0,0826	0,0852
	0,0782	0,0790	0,0800	0,0807	0,0816	0,0821	0,0848
	0,0789	0,0793	0,0794	0,0809	0,0816	0,0821	0,0848
	0,0785	0,0791	0,0798		0,0822	0,0826	0,0849
λ_{\square} [W/mK]	0,0789	0,0788	0,0795	0,0804	0,0815	0,0823	0,0848
s [W/mK]	0,0003	0,0029	0,0008	0,0004	0,0004	0,0002	0,0003
v [%]	0,3888	3,7141	1,0219	0,4733	0,4630	0,2639	0,2978
95% IS	<0,0787; 0,0791>	<0,0773; 0,0803>	<0,0791; 0,0799>	<0,0802; 0,0806>	<0,0813; 0,0817>	<0,0822; 0,0824>	<0,0847; 0,0849>



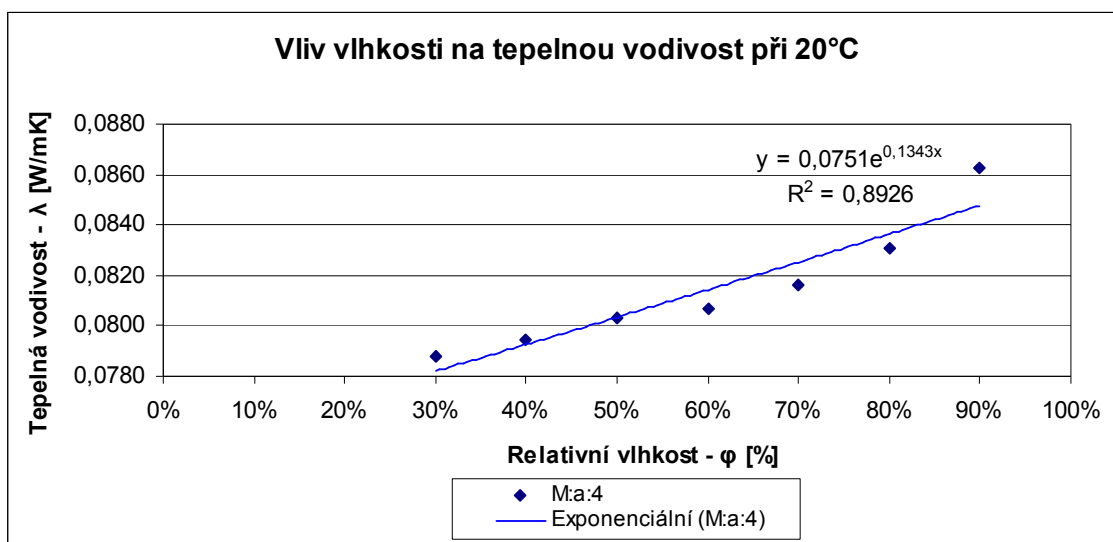
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:2

M:a:3							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0795	0,0798	0,0805	0,0804	0,0820	0,0825	0,0863
	0,0801	0,0803	0,0803	0,0808	0,0815	0,0824	0,0868
	0,0797	0,0799	0,0807	0,0805	0,0820	0,0827	0,0865
	0,0796	0,0804	0,0804	0,0805	0,0818	0,0822	0,0862
	0,0797	0,0803	0,0800	0,0810	0,0818	0,0825	0,0864
	0,0788	0,0801	0,0800	0,0810	0,0820	0,0834	0,0868
	0,0791	0,0796	0,0797	0,0814	0,0820	0,0830	0,0869
	0,0794	0,0800	0,0798	0,0815	0,0821	0,0834	0,0869
	0,0791	0,0799	0,0795	0,0812	0,0820	0,0832	0,0866
	0,0793	0,0799	0,0802	0,0811	0,0818	0,0832	0,0871
	0,0791	0,0797	0,0804	0,0813	0,0812	0,0824	0,0858
	0,0795	0,0796	0,0801	0,0813	0,0818	0,0818	0,0852
	0,0792	0,0794	0,0804	0,0812	0,0818	0,0828	0,0863
	0,0797	0,0799	0,0800	0,0810	0,0815	0,0826	0,0860
	0,0792	0,0796	0,0808	0,0810	0,0818	0,0827	0,0863
λ_{\square} [W/mK]	0,0794	0,0799	0,0802	0,0810	0,0818	0,0827	0,0864
s [W/mK]	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0002	0,0005	0,0005
v [%]	0,4149	0,3581	0,4467	0,4410	0,3039	0,5516	0,5803
95% IS	<0,0792; 0,0796>	<0,0798; 0,0800>	<0,0800; 0,0804>	<0,0808; 0,0812>	<0,0817; 0,0819>	<0,0825; 0,0829>	<0,0861; 0,0867>



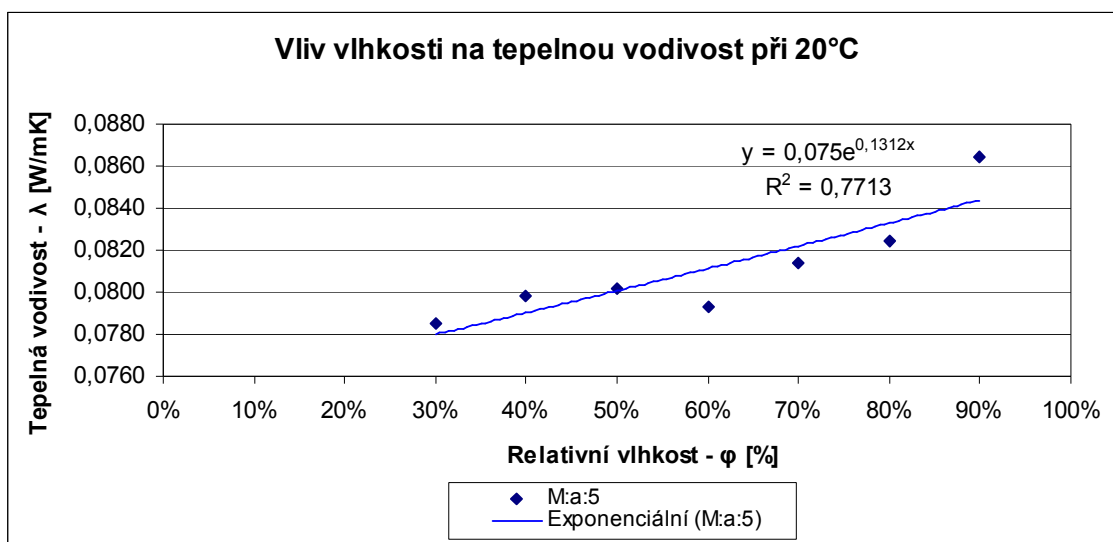
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:3

M:a:4							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0795	0,0785	0,0807	0,0808	0,0817	0,0829	0,0878
	0,0790	0,0787	0,0804	0,0806	0,0819	0,0829	0,0863
	0,0795	0,0787	0,0809	0,0810	0,0819	0,0827	0,0856
	0,0788	0,0787	0,0805	0,0812	0,0821	0,0830	0,0860
	0,0792	0,0789	0,0808	0,0812	0,0815	0,0831	0,0853
	0,0784	0,0796	0,0796	0,0803	0,0814	0,0830	0,0863
	0,0784	0,0801	0,0797	0,0804	0,0815	0,0826	0,0861
	0,0788	0,0798	0,0801	0,0809	0,0811	0,0832	0,0866
	0,0786	0,0797	0,0794	0,0803	0,0813	0,0830	0,0865
	0,0782	0,0797	0,0800	0,0812	0,0817	0,0827	0,0867
	0,0789	0,0798	0,0808	0,0806	0,0814	0,0835	0,0863
	0,0785	0,0798	0,0803	0,0801	0,0817	0,0831	0,0862
	0,0788	0,0799	0,0806	0,0808	0,0819	0,0834	0,0861
	0,0786	0,0799	0,0805	0,0805	0,0816	0,0833	0,0860
	0,0791	0,0798	0,0804	0,0804	0,0820	0,0836	0,0860
λ_{\square} [W/mK]	0,0788	0,0794	0,0803	0,0807	0,0817	0,0831	0,0862
s [W/mK]	0,0004	0,0006	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0006
v [%]	0,4934	0,7160	0,5883	0,4408	0,3384	0,3502	0,6401
95% IS	<0,0786; 0,0790>	<0,0791; 0,0797>	<0,0801; 0,0805>	<0,0805; 0,0809>	<0,0816; 0,0818>	<0,0830; 0,0832>	<0,0859; 0,0865>



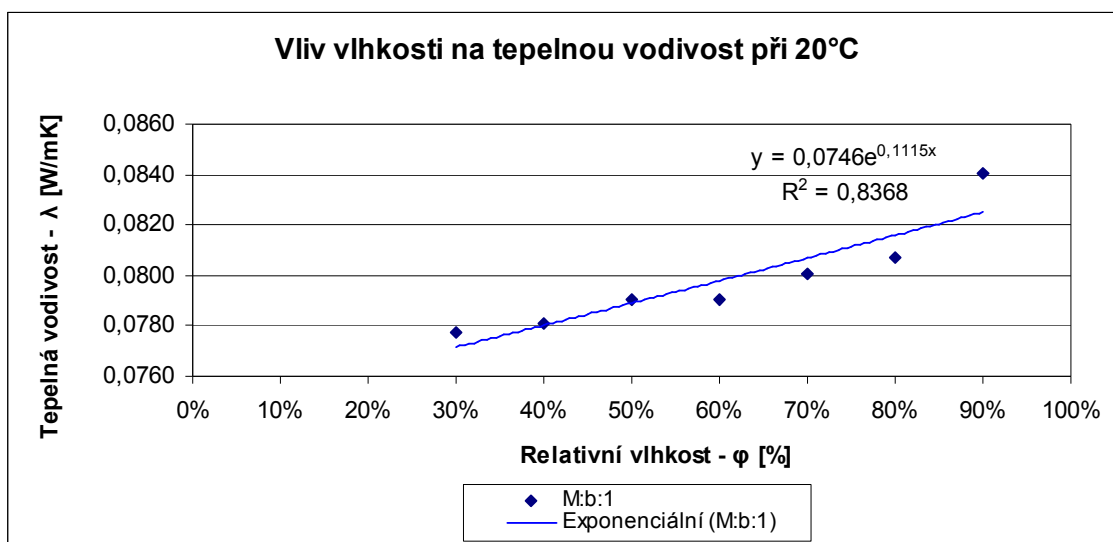
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:4

M:a:5							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0786	0,0797	0,0809	0,0760	0,0813	0,0826	0,0857
	0,0783	0,0795	0,0808	0,0756	0,0817	0,0829	0,0859
	0,0786	0,0794	0,0809	0,0760	0,0816	0,0828	0,0863
	0,0784	0,0798	0,0806	0,0759	0,0820	0,0825	0,0862
	0,0785	0,0791	0,0804	0,0761	0,0818	0,0830	0,0862
	0,0781	0,0801	0,0793	0,0817	0,0808	0,0819	0,0866
	0,0785	0,0801	0,0792	0,0813	0,0809	0,0821	0,0872
	0,0783	0,0801	0,0799	0,0817	0,0813	0,0820	0,0869
	0,0785	0,0801	0,0795	0,0818	0,0814	0,0818	0,0865
	0,0782	0,0797	0,0797	0,0817	0,0808	0,0821	0,0872
	0,0787	0,0799	0,0803	0,0804	0,0813	0,0822	0,0859
	0,0788	0,0799	0,0801	0,0805	0,0817	0,0826	0,0866
	0,0789	0,0799	0,0806	0,0804	0,0817	0,0829	0,0862
	0,0786	0,0798	0,0802	0,0803	0,0813	0,0828	0,0865
	0,0793	0,0803	0,0803	0,0802	0,0818	0,0824	0,0866
λ_{\square} [W/mK]	0,0785	0,0798	0,0802	0,0793	0,0814	0,0824	0,0864
s [W/mK]	0,0003	0,0003	0,0005	0,0025	0,0004	0,0004	0,0004
v [%]	0,3840	0,3959	0,6855	3,2100	0,4639	0,4816	0,5070
95% IS	<0,0783; 0,0787>	<0,0796; 0,0800>	<0,0799; 0,0805>	<0,0780; 0,0806>	<0,0812; 0,0816>	<0,0822; 0,0826>	<0,0862; 0,0866>



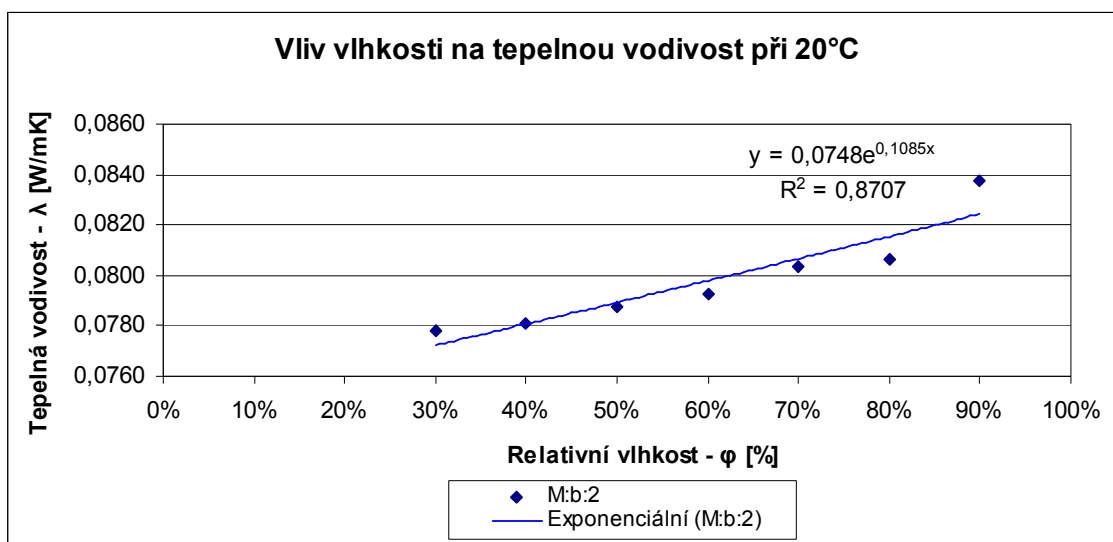
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:5

M:b:1							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0787	0,0779	0,0795	0,0787	0,0795	0,0805	0,0839
	0,0778	0,0783	0,0791	0,0788	0,0799	0,0805	0,0843
	0,0782	0,0781	0,0794	0,0786	0,0797	0,0803	0,0839
	0,0780	0,0778	0,0792	0,0788	0,0800	0,0805	0,0844
	0,0774	0,0777	0,0797	0,0786	0,0802	0,0808	0,0840
	0,0775	0,0782	0,0790	0,0795	0,0797	0,0809	0,0836
	0,0771	0,0781	0,0789	0,0792	0,0794	0,0804	0,0839
	0,0775	0,0783	0,0788	0,0795	0,0798	0,0801	0,0836
	0,0778	0,0783	0,0789	0,0794	0,0798	0,0808	0,0841
	0,0779	0,0777	0,0787	0,0789	0,0802	0,0812	0,0837
	0,0775	0,0785	0,0786	0,0793	0,0803	0,0810	0,0841
	0,0777	0,0785	0,0789	0,0791	0,0806	0,0806	0,0842
	0,0771	0,0782	0,0790	0,0790	0,0807	0,0807	0,0841
	0,0780	0,0782	0,0790	0,0793	0,0803	0,0810	0,0844
	0,0777	0,0782	0,0786	0,0789	0,0807	0,0811	0,0847
λ_{\square} [W/mK]	0,0777	0,0781	0,0790	0,0790	0,0800	0,0807	0,0841
s [W/mK]	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003
v [%]	0,5317	0,3306	0,4216	0,3898	0,5109	0,3883	0,3523
95% IS	<0,0775; 0,0779>	<0,0780; 0,0782>	<0,0788; 0,0792>	<0,0788; 0,0792>	<0,0798; 0,0802>	<0,0805; 0,0809>	<0,0840; 0,0842>



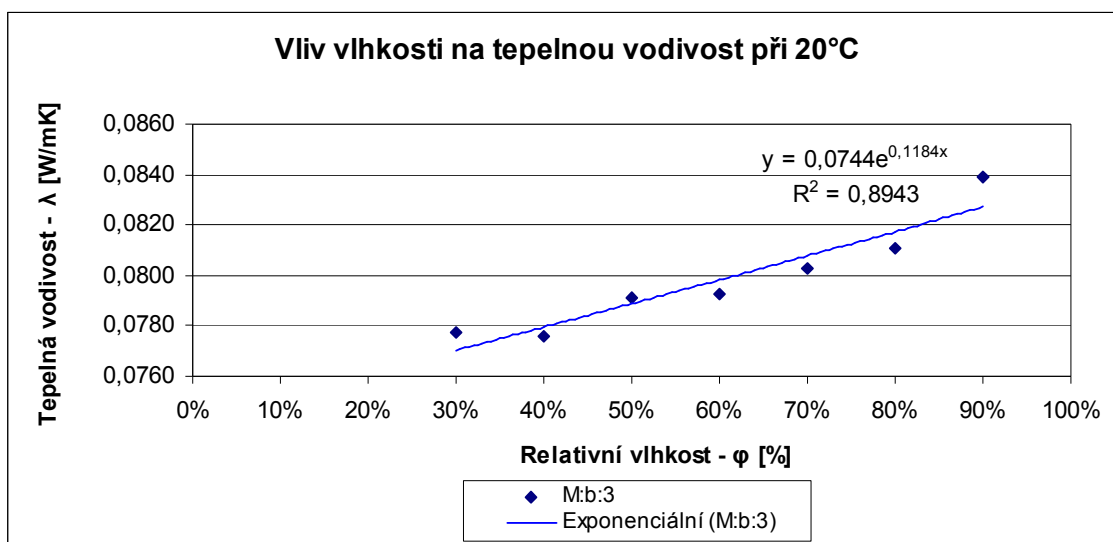
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:1

M:b:2							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0777	0,0777	0,0782	0,0797	0,0801	0,0806	0,0828
	0,0777	0,0772	0,0779	0,0796	0,0804	0,0806	0,0828
	0,0782	0,0771	0,0781	0,0796	0,0800	0,0804	0,0833
	0,0778	0,0776	0,0784	0,0794	0,0803	0,0799	0,0834
	0,0778	0,0775	0,0781	0,0794	0,0804	0,0801	0,0834
	0,0776	0,0781	0,0791	0,0792	0,0798	0,0811	0,0838
	0,0777	0,0778	0,0791	0,0786	0,0796	0,0805	0,0844
	0,0778	0,0779	0,0791	0,0788	0,0801	0,0806	0,0847
	0,0780	0,0778	0,0790	0,0791	0,0803	0,0807	0,0847
	0,0775	0,0781	0,0789	0,0792	0,0797	0,0810	0,0851
	0,0784	0,0789	0,0793	0,0794	0,0809	0,0805	0,0831
	0,0774	0,0792	0,0789	0,0791	0,0810	0,0811	0,0838
	0,0780	0,0784	0,0788	0,0791	0,0811	0,0810	0,0836
	0,0779	0,0791	0,0792	0,0792	0,0811	0,0811	0,0836
	0,0781	0,0791	0,0790	0,0792	0,0808		0,0833
λ_{\square} [W/mK]	0,0778	0,0781	0,0787	0,0792	0,0804	0,0807	0,0837
s [W/mK]	0,0003	0,0007	0,0005	0,0003	0,0005	0,0004	0,0007
v [%]	0,3344	0,8907	0,5826	0,3726	0,6288	0,4601	0,8373
95% IS	<0,0777; 0,0779>	<0,0777; 0,0785>	<0,0785; 0,0789>	<0,0791; 0,0793>	<0,0801; 0,0807>	<0,0805; 0,0809>	<0,0833; 0,0841>



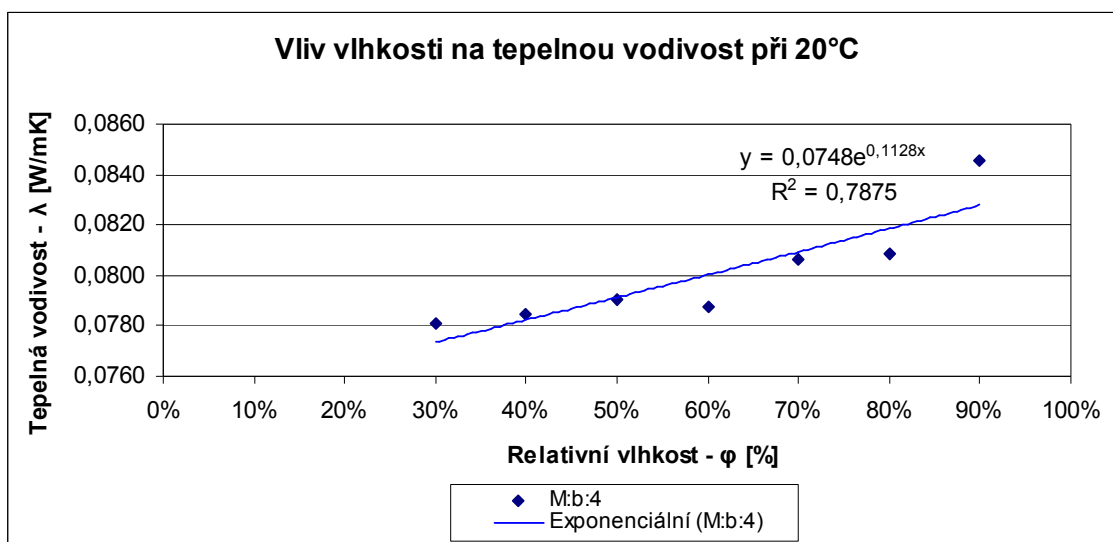
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:2

M:b:3							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0783	0,0792	0,0793	0,0794	0,0802	0,0809	0,0837
	0,0787	0,0790	0,0793	0,0791	0,0810	0,0812	0,0835
	0,0788	0,0794	0,0792	0,0791	0,0804	0,0810	0,0836
	0,0783	0,0789	0,0794	0,0793	0,0807	0,0816	0,0838
	0,0786	0,0785	0,0795	0,0789	0,0807	0,0820	0,0840
	0,0787	0,0776	0,0796	0,0793	0,0792	0,0809	0,0842
	0,0782	0,0774	0,0795	0,0800	0,0799	0,0809	0,0843
	0,0789	0,0777	0,0793	0,0797	0,0796	0,0812	0,0843
	0,0786	0,0774	0,0790	0,0793	0,0804	0,0808	0,0846
	0,0643	0,0780	0,0791	0,0796	0,0797	0,0809	0,0842
	0,0790	0,0787	0,0790	0,0789	0,0803	0,0811	0,0836
	0,0791	0,0786	0,0789	0,0792	0,0804	0,0813	0,0837
	0,0790	0,0788	0,0789	0,0794	0,0807	0,0811	0,0837
	0,0784	0,0784	0,0782	0,0789	0,0804	0,0807	0,0836
	0,0789	0,0665	0,0790	0,0784	0,0804	0,0809	0,0835
λ_{\square} [W/mK]	0,0777	0,0776	0,0791	0,0792	0,0803	0,0811	0,0839
s [W/mK]	0,0037	0,0031	0,0004	0,0004	0,0005	0,0003	0,0003
v [%]	4,7708	4,0334	0,4517	0,4877	0,5889	0,4027	0,4103
95% IS	<0,0758; 0,0796>	<0,0760; 0,0792>	<0,0789; 0,0703>	<0,0790; 0,0794>	<0,0801; 0,0805>	<0,0809; 0,0813>	<0,0837; 0,0841>



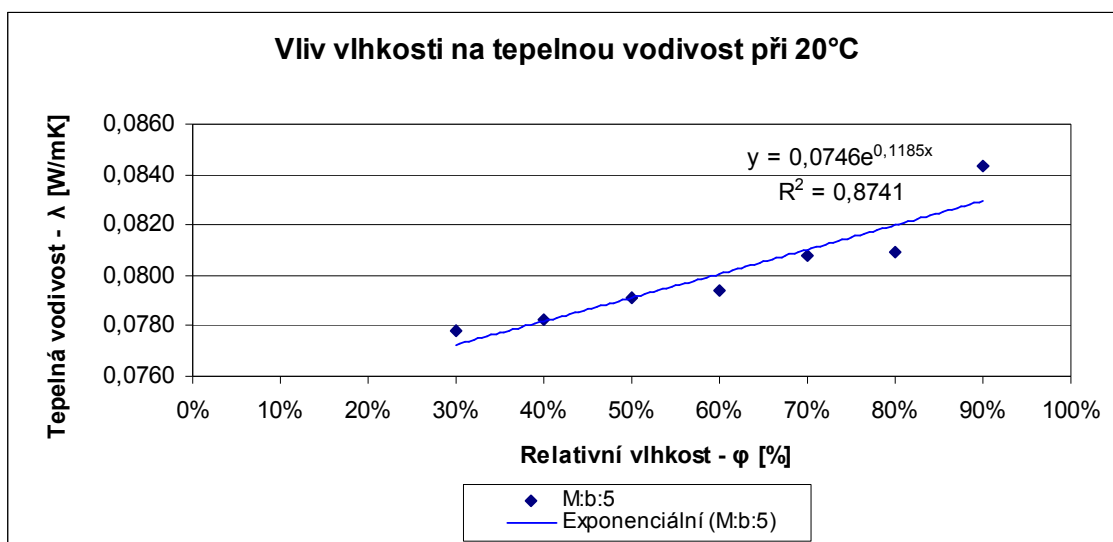
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:3

M:b:4							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0781	0,0787	0,0789	0,0784	0,0803	0,0807	0,0841
	0,0776	0,0782	0,0786	0,0784	0,0808	0,0809	0,0845
	0,0782	0,0788	0,0793	0,0783	0,0808	0,0811	0,0844
	0,0784	0,0783	0,0792	0,0786	0,0808	0,0810	0,0846
	0,0781	0,0784	0,0793	0,0787	0,0807	0,0808	0,0842
	0,0779	0,0783	0,0791	0,0787	0,0805	0,0806	0,0844
	0,0782	0,0778	0,0792	0,0786	0,0805	0,0809	0,0843
	0,0781	0,0778	0,0789	0,0787	0,0806	0,0809	0,0846
	0,0781	0,0784	0,0791	0,0783	0,0805	0,0807	0,0842
	0,0780	0,0780	0,0795	0,0786	0,0810	0,0813	0,0845
	0,0781	0,0789	0,0788	0,0790	0,0803	0,0809	0,0847
	0,0780	0,0791	0,0789	0,0794	0,0805	0,0810	0,0846
	0,0785	0,0787	0,0789	0,0791	0,0806	0,0806	0,0847
	0,0786	0,0788	0,0788	0,0794	0,0808	0,0805	0,0851
	0,0777	0,0790	0,0794	0,0791	0,0804	0,0808	0,0850
λ_{\square} [W/mK]	0,0781	0,0785	0,0791	0,0788	0,0806	0,0808	0,0845
s [W/mK]	0,0003	0,0004	0,0002	0,0004	0,0002	0,0002	0,0003
v [%]	0,3284	0,5368	0,3112	0,4697	0,2707	0,2512	0,3251
95% IS	<0,0780; 0,0782>	<0,0783; 0,0787>	<0,0790; 0,0792>	<0,0786; 0,0790>	<0,0805; 0,0807>	<0,0807; 0,0809>	<0,0844; 0,0846>



Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:4

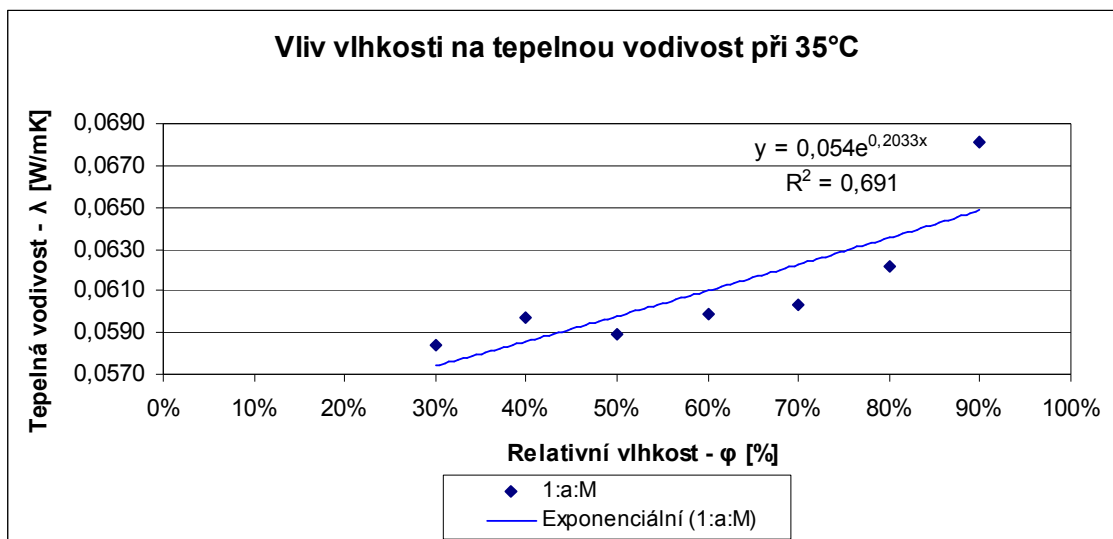
M:b:5							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0780	0,0784	0,0786	0,0794	0,0814	0,0807	0,0838
	0,0776	0,0780	0,0790	0,0793	0,0811	0,0812	0,0842
	0,0783	0,0783	0,0792	0,0797	0,0814	0,0813	0,0840
	0,0779	0,0784	0,0784	0,0792	0,0810	0,0806	0,0842
	0,0778	0,0787	0,0787	0,0798	0,0810	0,0813	0,0840
	0,0778	0,0779	0,0793	0,0794	0,0806	0,0811	0,0840
	0,0776	0,0777	0,0790	0,0794	0,0804	0,0812	0,0840
	0,0775	0,0780	0,0791	0,0799	0,0803	0,0817	0,0842
	0,0781	0,0781	0,0793	0,0797	0,0808	0,0818	0,0843
	0,0779	0,0784	0,0793	0,0793	0,0805	0,0816	0,0842
	0,0776	0,0782	0,0791	0,0792	0,0812	0,0798	0,0849
	0,0775	0,0785	0,0793	0,0792	0,0806	0,0805	0,0848
	0,0775	0,0783	0,0795	0,0791	0,0801	0,0804	0,0853
	0,0777	0,0789	0,0795	0,0792	0,0804	0,0803	0,0846
	0,0779	0,0782	0,0790	0,0794		0,0805	0,0850
λ_{\square} [W/mK]	0,0778	0,0783	0,0791	0,0794	0,0808	0,0809	0,0844
s [W/mK]	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0006	0,0005
v [%]	0,2953	0,4001	0,3838	0,3383	0,5242	0,7047	0,5370
95% IS	<0,0777; 0,0779>	<0,0781; 0,0785>	<0,0789; 0,0793>	<0,0793; 0,0795>	<0,0806; 0,0810>	<0,0806; 0,0812>	<0,0842; 0,0846>



Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:5

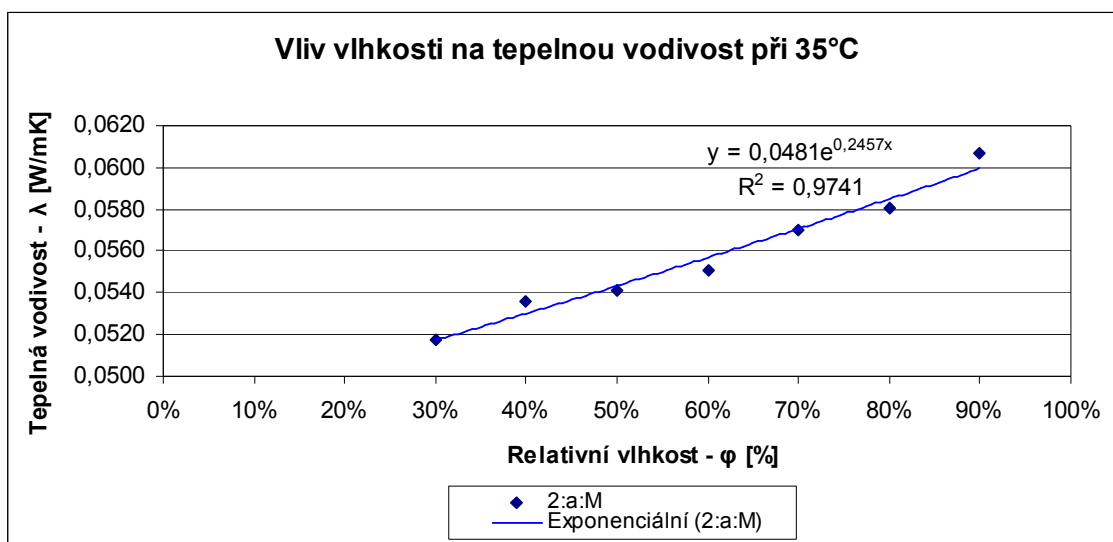
Tabulky a grafy tepelné vodivosti pro samostatné sendvičové materiály měřené při teplotě 35°C.

1:a:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0591	0,0594	0,0592	0,0600	0,0597	0,0629	0,0697
	0,0588	0,0597	0,0592	0,0597	0,0594	0,0629	0,0698
	0,0586	0,0593	0,0593	0,0601	0,0602	0,0628	0,0700
	0,0591	0,0597	0,0594	0,0601	0,0602	0,0628	0,0701
	0,0590	0,0595	0,0596	0,0600	0,0604	0,0630	0,0702
	0,0577	0,0610	0,0579	0,0593	0,0604	0,0620	0,0672
	0,0577	0,0593	0,0582	0,0596	0,0600	0,0615	0,0674
	0,0574	0,0595	0,0581	0,0597	0,0601	0,0615	0,0673
	0,0576	0,0593	0,0583	0,0599	0,0603	0,0620	0,0677
	0,0581	0,0595	0,0581	0,0596	0,0603	0,0619	0,0674
	0,0578	0,0597	0,0591	0,0602	0,0606	0,0615	0,0672
	0,0583	0,0602	0,0592	0,0599	0,0603	0,0620	0,0671
	0,0588	0,0598	0,0595	0,0604	0,0607	0,0622	0,0668
	0,0586	0,0599	0,0591	0,0601	0,0611	0,0620	0,0673
	0,0590	0,0600	0,0597	0,0603	0,0606	0,0618	0,0672
λ_{\square} [W/mK]	0,0584	0,0597	0,0589	0,0599	0,0603	0,0622	0,0682
s [W/mK]	0,0006	0,0004	0,0006	0,0003	0,0004	0,0005	0,0013
v [%]	1,0266	0,7193	1,0648	0,5250	0,6735	0,8710	1,9721
95% IS	<0,0581; 0,0587>	<0,0595; 0,0599>	<0,0586; 0,0592>	<0,0597; 0,0601>	<0,0601; 0,0605>	<0,0619; 0,0625>	<0,0675; 0,0689>



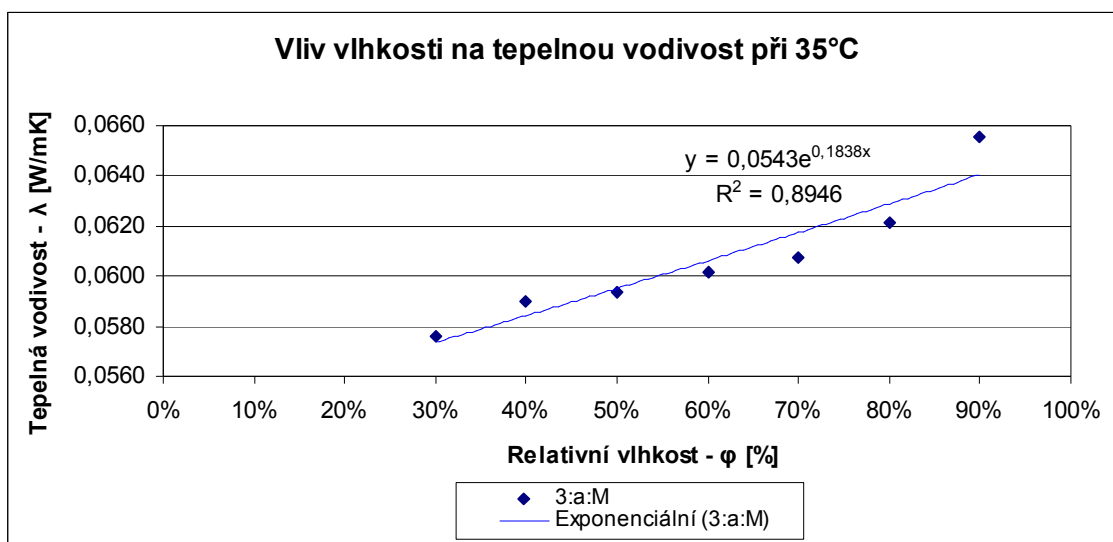
Tabulka a graf sendvičového materiálu 1:a:M

2:a:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0522	0,0541	0,0543	0,0557	0,0572	0,0586	0,0607
	0,0525	0,0539	0,0543	0,0558	0,0567	0,0578	0,0604
	0,0525	0,0538	0,0545	0,0553	0,0568	0,0577	0,0606
	0,0525	0,0538	0,0544	0,0555	0,0571	0,0577	0,0607
	0,0523	0,0538	0,0543	0,0564	0,0572	0,0580	0,0604
	0,0511	0,0527	0,0540	0,0536	0,0569	0,0576	0,0605
	0,0510	0,0530	0,0539	0,0545	0,0571	0,0577	0,0607
	0,0514	0,0528	0,0542	0,0542	0,0573	0,0585	0,0609
	0,0516	0,0532	0,0541	0,0541	0,0570	0,0574	0,0606
	0,0518	0,0527	0,0543	0,0544	0,0569	0,0580	0,0604
	0,0515	0,0542	0,0539	0,0552	0,0571	0,0586	0,0609
	0,0515	0,0539	0,0537	0,0558	0,0570	0,0586	0,0607
	0,0514	0,0542	0,0540	0,0552	0,0570	0,0583	0,0609
	0,0516	0,0541	0,0538	0,0553	0,0571	0,0580	0,0604
	0,0514	0,0541	0,0541	0,0555	0,0571	0,0584	0,0607
λ_{\square} [W/mK]	0,0517	0,0536	0,0541	0,0551	0,0570	0,0581	0,0606
s [W/mK]	0,0005	0,0006	0,0002	0,0008	0,0002	0,0004	0,0002
v [%]	1,0034	1,0394	0,4343	1,4154	0,2702	0,7306	0,3042
95% IS	<0,0514; 0,0520>	<0,0533; 0,0539>	<0,0540; 0,0542>	<0,0547; 0,0555>	<0,0569; 0,0571>	<0,0579; 0,0583>	<0,0605; 0,0607>



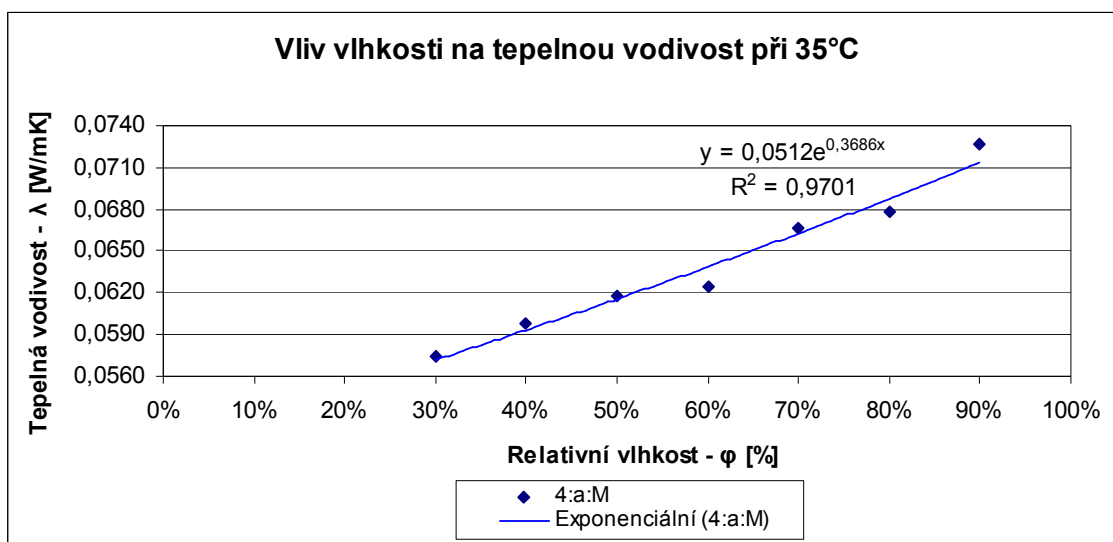
Tabulka a graf sendvičového materiálu 2:a:M

3:a:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0574	0,0593	0,0594	0,0607	0,0618	0,0621	0,0657
	0,0573	0,0590	0,0592	0,0603	0,0615	0,0628	0,0656
	0,0580	0,0590	0,0593	0,0605	0,0613	0,0621	0,0657
	0,0578	0,0592	0,0593	0,0603	0,0608	0,0626	0,0656
	0,0578	0,0593	0,0593	0,0606	0,0612	0,0618	0,0655
	0,0571	0,0590	0,0596	0,0596	0,0602	0,0620	0,0654
	0,0570	0,0589	0,0592	0,0590	0,0601	0,0624	0,0651
	0,0573	0,0589	0,0592	0,0596	0,0603	0,0622	0,0657
	0,0575	0,0587	0,0590	0,0596	0,0604	0,0623	0,0653
	0,0576	0,0593	0,0592	0,0594	0,0601	0,0624	0,0653
	0,0577	0,0587	0,0595	0,0607	0,0603	0,0623	0,0658
	0,0581	0,0587	0,0592	0,0606	0,0606	0,0616	0,0657
	0,0581	0,0590	0,0596	0,0608	0,0610	0,0620	0,0658
	0,0578	0,0590	0,0595	0,0606	0,0610	0,0622	0,0656
	0,0580	0,0591	0,0594	0,0605	0,0607	0,0616	0,0654
λ_{\square} [W/mK]	0,0576	0,0590	0,0593	0,0602	0,0608	0,0622	0,0656
s [W/mK]	0,0004	0,0002	0,0002	0,0006	0,0005	0,0003	0,0002
v [%]	0,6154	0,3537	0,2633	0,9529	0,8685	0,5426	0,3167
95% IS	<0,0574; 0,0578>	<0,0589; 0,0591>	<0,0592; 0,0594>	<0,0599; 0,0605>	<0,0605; 0,0611>	<0,0620; 0,0624>	<0,0655; 0,0657>



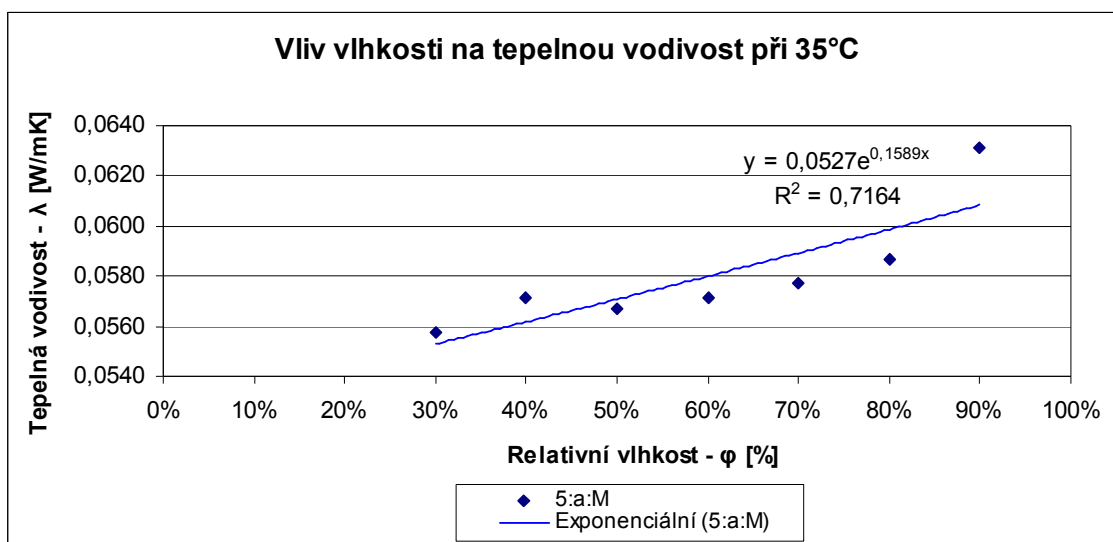
Tabulka a graf sendvičového materiálu 3:a:M

4:a:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0575	0,0595	0,0611	0,0629	0,0663	0,0674	0,0718
	0,0578	0,0596	0,0618	0,0624	0,0660	0,0673	0,0716
	0,0576	0,0599	0,0612	0,0625	0,0659	0,0673	0,0717
	0,0576	0,0596	0,0615	0,0624	0,0665	0,0672	0,0724
	0,0580	0,0600	0,0613	0,0630	0,0665	0,0671	0,0722
	0,0579	0,0597	0,0616	0,0612	0,0663	0,0683	0,0730
	0,0579	0,0598	0,0612	0,0613	0,0662	0,0687	0,0730
	0,0578	0,0597	0,0616	0,0619	0,0662	0,0679	0,0735
	0,0581	0,0601	0,0621	0,0619	0,0669	0,0680	0,0733
	0,0578	0,0603	0,0619	0,0613	0,0670	0,0681	0,0732
	0,0567	0,0592	0,0625	0,0631	0,0671	0,0680	0,0732
	0,0565	0,0597	0,0618	0,0633	0,0669	0,0681	0,0725
	0,0568	0,0594	0,0625	0,0627	0,0671	0,0677	0,0726
	0,0571	0,0597	0,0620	0,0633	0,0669	0,0681	0,0727
	0,0565	0,0601	0,0623	0,0629	0,0669	0,0676	0,0730
λ_{\square} [W/mK]	0,0574	0,0597	0,0618	0,0624	0,0666	0,0678	0,0726
s [W/mK]	0,0006	0,0003	0,0005	0,0007	0,0004	0,0005	0,0006
v [%]	0,9975	0,4577	0,7404	1,1834	0,6367	0,6791	0,8399
95% IS	<0,0571; 0,0577>	<0,0596; 0,0598>	<0,0616; 0,0620>	<0,0620; 0,0628>	<0,0664; 0,0668>	<0,0676; 0,0680>	<0,0723; 0,0729>



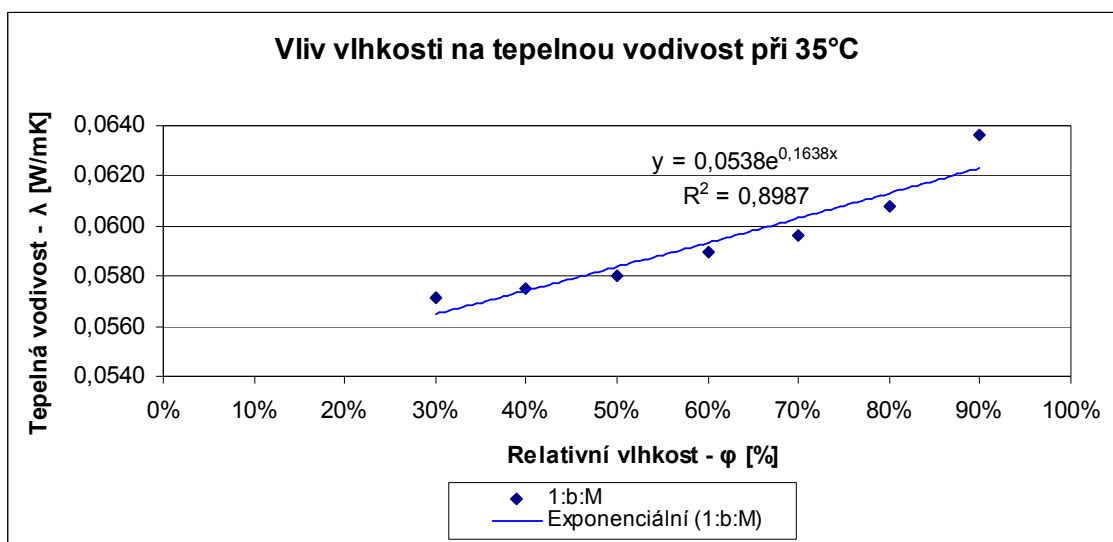
Tabulka a graf sendvičového materiálu 4:a:M

5:a:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0556	0,0578	0,0568	0,0573	0,0583	0,0591	0,0621
	0,0562	0,0576	0,0573	0,0573	0,0584	0,0587	0,0620
	0,0557	0,0579	0,0571	0,0573	0,0582	0,0590	0,0617
	0,0556	0,0573	0,0571	0,0572	0,0582	0,0588	0,0620
	0,0559	0,0578	0,0569	0,0571	0,0586	0,0591	0,0619
	0,0555	0,0568	0,0561	0,0571	0,0572	0,0581	0,0648
	0,0547	0,0570	0,0560	0,0571	0,0571	0,0581	0,0649
	0,0554	0,0569	0,0556	0,0571	0,0568	0,0584	0,0647
	0,0552	0,0570	0,0558	0,0570	0,0574	0,0583	0,0648
	0,0553	0,0566	0,0558	0,0571	0,0577	0,0586	0,0647
	0,0562	0,0565	0,0570	0,0573	0,0577	0,0591	0,0629
	0,0564	0,0571	0,0572	0,0574	0,0577	0,0588	0,0625
	0,0560	0,0568	0,0572	0,0569	0,0575	0,0580	0,0624
	0,0562	0,0568	0,0571	0,0568	0,0575	0,0589	0,0625
	0,0563	0,0570	0,0570	0,0572	0,0579	0,0590	0,0630
λ_{\square} [W/mK]	0,0558	0,0571	0,0567	0,0572	0,0577	0,0587	0,0631
s [W/mK]	0,0005	0,0004	0,0006	0,0002	0,0005	0,0004	0,0013
v [%]	0,8708	0,7815	1,0718	0,2843	0,8977	0,6647	1,9858
95% IS	<0,0556; 0,0560>	<0,0569; 0,0573>	<0,0564; 0,0570>	<0,0571; 0,0573>	<0,0574; 0,0580>	<0,0585; 0,0589>	<0,0625; 0,0637>



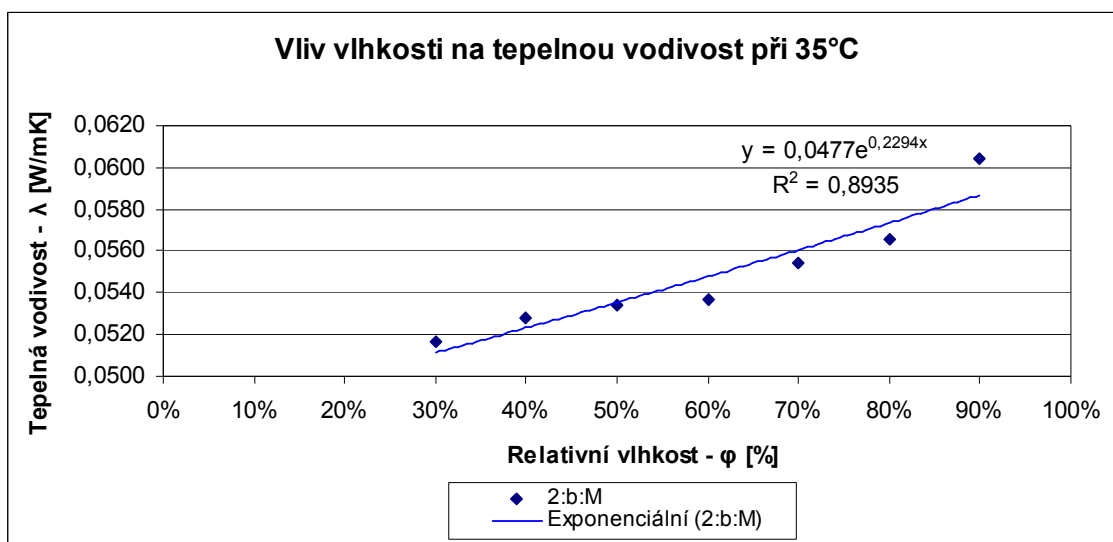
Tabulka a graf sendvičového materiálu 5:a:M

1:b:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0578	0,0581	0,0586	0,0583	0,0607	0,0621	0,0653
	0,0577	0,0573	0,0584	0,0584	0,0606	0,0620	0,0658
	0,0582	0,0575	0,0584	0,0590	0,0606	0,0618	0,0659
	0,0576	0,0582	0,0586	0,0588	0,0607	0,0621	0,0652
	0,0580	0,0577	0,0587	0,0591	0,0583	0,0619	0,0657
	0,0566	0,0565	0,0571	0,0588	0,0594	0,0596	0,0621
	0,0567	0,0565	0,0571	0,0592	0,0584	0,0596	0,0625
	0,0565	0,0573	0,0572	0,0587	0,0588	0,0597	0,0626
	0,0565	0,0569	0,0573	0,0591	0,0590	0,0598	0,0631
	0,0568	0,0570	0,0574	0,0591	0,0595	0,0595	0,0631
	0,0568	0,0578	0,0583	0,0591	0,0597	0,0608	0,0626
	0,0572	0,0579	0,0582	0,0589	0,0595	0,0604	0,0629
	0,0570	0,0577	0,0581	0,0589	0,0596	0,0609	0,0620
	0,0568	0,0579	0,0587	0,0592	0,0598	0,0604	0,0625
	0,0569	0,0584	0,0584	0,0594		0,0607	0,0628
λ_{\square} [W/mK]	0,0571	0,0575	0,0580	0,0589	0,0596	0,0608	0,0636
s [W/mK]	0,0006	0,0006	0,0006	0,0003	0,0008	0,0010	0,0015
v [%]	1,0068	1,0179	1,0674	0,4911	1,3673	1,6307	2,3442
95% IS	<0,0568; 0,0574>	<0,0572; 0,0578>	<0,0577; 0,0583>	<0,0588; 0,0590>	<0,0592; 0,0600>	<0,0603; 0,0613>	<0,0628; 0,0644>



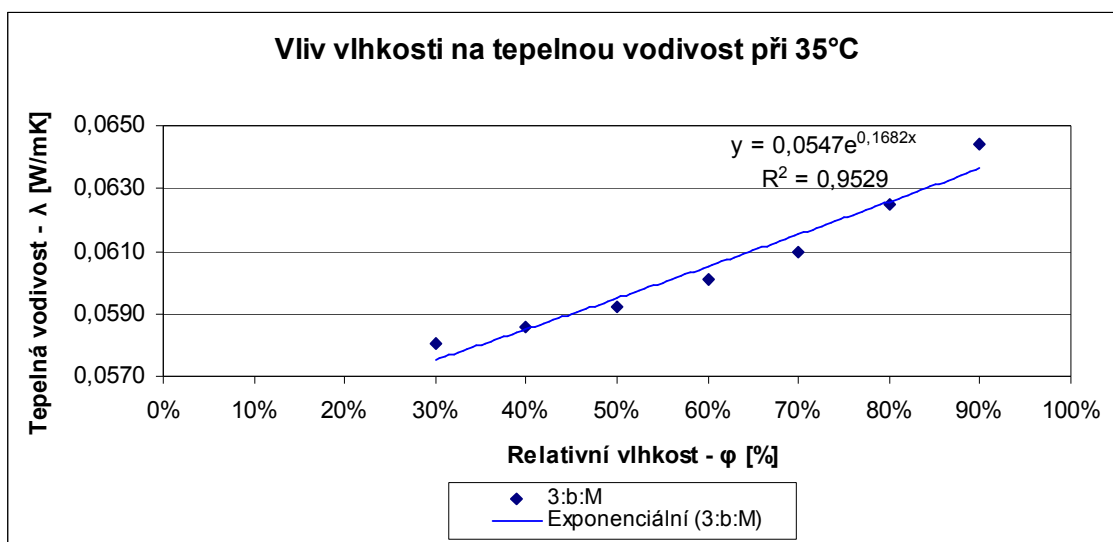
Tabulka a graf sendvičového materiálu 1:b:M

2:b:M							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0516	0,0526	0,0541	0,0535	0,0550	0,0562	0,0623
	0,0518	0,0525	0,0533	0,0541	0,0549	0,0565	0,0626
	0,0517	0,0526	0,0530	0,0538	0,0552	0,0561	0,0624
	0,0516	0,0530	0,0532	0,0538	0,0554	0,0565	0,0623
	0,0518	0,0528	0,0530	0,0537	0,0550	0,0562	0,0620
	0,0515	0,0525	0,0535	0,0534	0,0551	0,0570	0,0594
	0,0516	0,0524	0,0536	0,0533	0,0550	0,0563	0,0598
	0,0514	0,0526	0,0533	0,0532	0,0551	0,0568	0,0600
	0,0515	0,0520	0,0532	0,0527	0,0550	0,0564	0,0595
	0,0516	0,0526	0,0539	0,0531	0,0549	0,0567	0,0601
	0,0516	0,0532	0,0535	0,0542	0,0563	0,0568	0,0594
	0,0516	0,0532	0,0533	0,0540	0,0562	0,0566	0,0588
	0,0523	0,0530	0,0536	0,0542	0,0559	0,0564	0,0591
	0,0518	0,0535	0,0535	0,0541	0,0561	0,0570	0,0591
	0,0514	0,0537	0,0536	0,0541	0,0558	0,0571	0,0592
λ_{\square} [W/mK]	0,0517	0,0528	0,0534	0,0537	0,0554	0,0566	0,0604
s [W/mK]	0,0002	0,0005	0,0003	0,0005	0,0005	0,0003	0,0014
v [%]	0,4204	0,8542	0,5477	0,8670	0,9254	0,5411	2,3914
95% IS	<0,0516; 0,0518>	<0,0526; 0,0530>	<0,0533; 0,0535>	<0,0535; 0,0539>	<0,0551; 0,0557>	<0,0564; 0,0568>	<0,0597; 0,0611>



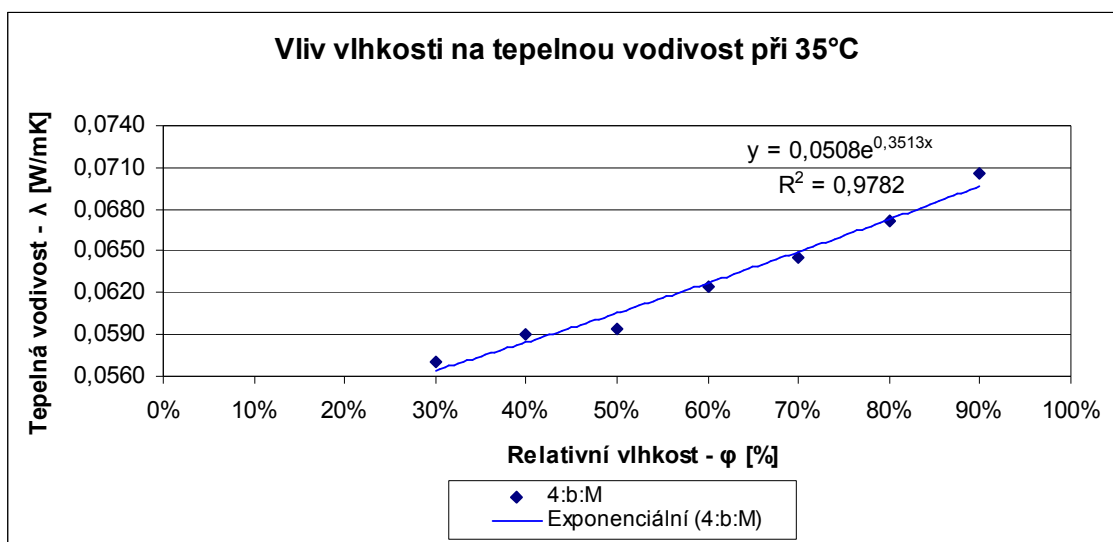
Tabulka a graf sendvičového materiálu 2:b:M

3:b:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0583	0,0583	0,0594	0,0603	0,0609	0,0623	0,0644
	0,0583	0,0588	0,0589	0,0603	0,0608	0,0623	0,0638
	0,0583	0,0584	0,0593	0,0600	0,0612	0,0626	0,0638
	0,0583	0,0589	0,0593	0,0605	0,0611	0,0625	0,0637
	0,0583	0,0586	0,0590	0,0603	0,0610	0,0627	0,0637
	0,0585	0,0583	0,0590	0,0596	0,0611	0,0630	0,0653
	0,0583	0,0584	0,0585	0,0596	0,0603	0,0626	0,0654
	0,0584	0,0583	0,0586	0,0598	0,0606	0,0629	0,0655
	0,0582	0,0586	0,0593	0,0593	0,0605	0,0626	0,0658
	0,0585	0,0585	0,0590	0,0601	0,0612	0,0626	0,0655
	0,0571	0,0587	0,0595	0,0602	0,0610	0,0623	0,0638
	0,0578	0,0585	0,0597	0,0601	0,0613	0,0625	0,0637
	0,0577	0,0589	0,0596	0,0605	0,0609	0,0620	0,0638
	0,0573	0,0588	0,0599	0,0605	0,0610	0,0620	0,0642
	0,0574	0,0588	0,0590	0,0602	0,0617	0,0624	0,0641
λ_{\square} [W/mK]	0,0580	0,0586	0,0592	0,0601	0,0610	0,0625	0,0644
s [W/mK]	0,0005	0,0002	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0008
v [%]	0,7863	0,3821	0,6648	0,5941	0,5399	0,4481	1,2644
95% IS	<0,0578; 0,0582>	<0,0585; 0,0587>	<0,0590; 0,0594>	<0,0599; 0,0603>	<0,0608; 0,0612>	<0,0624; 0,0626>	<0,0640; 0,0648>



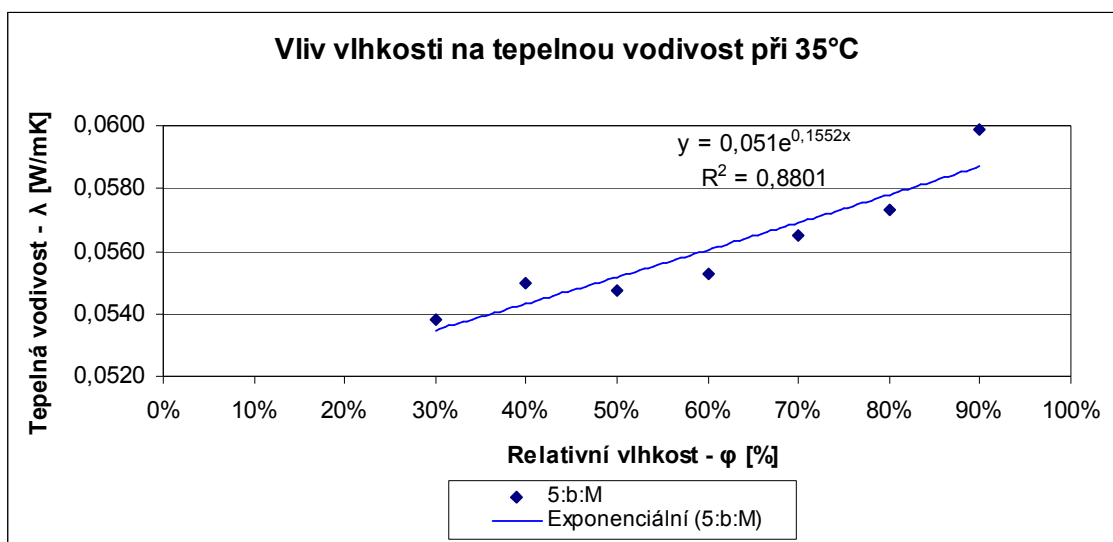
Tabulka a graf sendvičového materiálu 3:b:M

4:b:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0567	0,0588	0,0590	0,0618	0,0646	0,0672	0,0721
	0,0570	0,0586	0,0595	0,0619	0,0646	0,0676	0,0713
	0,0567	0,0589	0,0592	0,0621	0,0652	0,0675	0,0721
	0,0566	0,0585	0,0592	0,0622	0,0649	0,0674	0,0718
	0,0573	0,0594	0,0590	0,0625	0,0646	0,0674	0,0715
	0,0565	0,0586	0,0592	0,0627	0,0646	0,0668	0,0692
	0,0566	0,0589	0,0595	0,0629	0,0646	0,0671	0,0691
	0,0572	0,0591	0,0592	0,0628	0,0652	0,0674	0,0692
	0,0569	0,0592	0,0595	0,0627	0,0649	0,0671	0,0689
	0,0569	0,0592	0,0595	0,0630	0,0646	0,0666	0,0688
	0,0574	0,0587	0,0594	0,0622	0,0639	0,0669	0,0707
	0,0571	0,0590	0,0596	0,0622	0,0641	0,0674	0,0708
	0,0571	0,0595	0,0594	0,0627	0,0641	0,0673	0,0710
	0,0576	0,0588	0,0596	0,0623	0,0640	0,0670	0,0708
	0,0576	0,0594	0,0596	0,0627	0,0641	0,0675	0,0706
λ_{\square} [W/mK]	0,0570	0,0590	0,0594	0,0625	0,0645	0,0672	0,0705
s [W/mK]	0,0004	0,0003	0,0002	0,0004	0,0004	0,0003	0,0012
v [%]	0,6398	0,5265	0,3634	0,6140	0,6368	0,4308	1,7060
95% IS	<0,0568; 0,0572>	<0,0588; 0,0592>	<0,0593; 0,0595>	<0,0623; 0,0627>	<0,0643; 0,0647>	<0,0671; 0,0673>	<0,0699; 0,0711>



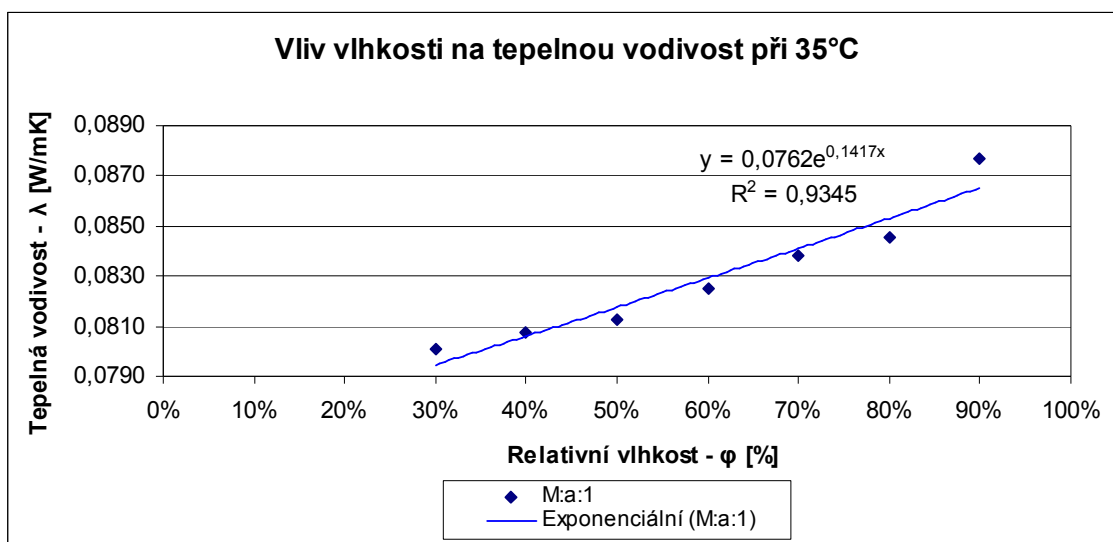
Tabulka a graf sendvičového materiálu 4:b:M

5:b:M							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0544	0,0548	0,0552	0,0549	0,0561	0,0577	0,0593
	0,0541	0,0551	0,0555	0,0556	0,0562	0,0572	0,0593
	0,0544	0,0548	0,0555	0,0556	0,0559	0,0577	0,0596
	0,0546	0,0553	0,0555	0,0552	0,0562	0,0577	0,0596
	0,0545	0,0555	0,0553	0,0560	0,0560	0,0576	0,0596
	0,0538	0,0549	0,0547	0,0547	0,0566	0,0568	0,0613
	0,0532	0,0550	0,0541	0,0551	0,0564	0,0570	0,0616
	0,0536	0,0552	0,0547	0,0549	0,0562	0,0568	0,0611
	0,0530	0,0547	0,0544	0,0550	0,0560	0,0564	0,0612
	0,0536	0,0554	0,0543	0,0547	0,0564	0,0570	0,0613
	0,0534	0,0547	0,0547	0,0556	0,0571	0,0575	0,0590
	0,0532	0,0550	0,0543	0,0559	0,0567	0,0576	0,0591
	0,0538	0,0546	0,0544	0,0556	0,0569	0,0575	0,0582
	0,0534	0,0545	0,0545	0,0555	0,0571	0,0574	0,0589
	0,0538	0,0549	0,0544	0,0552	0,0574	0,0575	0,0588
λ_{\square} [W/mK]	0,0538	0,0550	0,0548	0,0553	0,0565	0,0573	0,0599
s [W/mK]	0,0005	0,0003	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0011
v [%]	0,9549	0,5506	0,9185	0,7495	0,7956	0,7090	1,8609
95% IS	<0,0535; 0,0541>	<0,0548; 0,0552>	<0,0545; 0,0551>	<0,0551; 0,0555>	<0,0563; 0,0567>	<0,0571; 0,0575>	<0,0593; 0,0605>



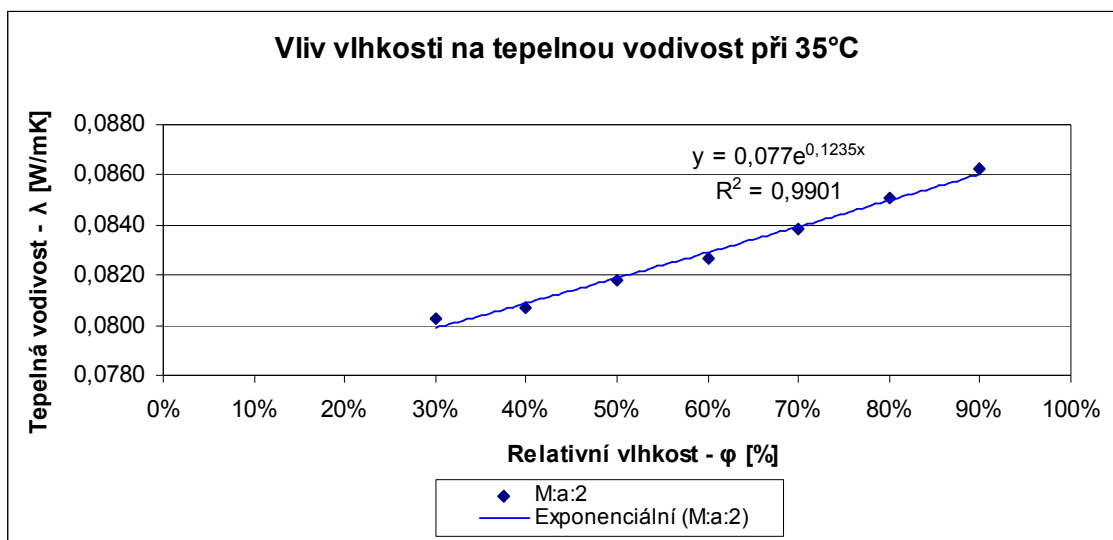
Tabulka a graf sendvičového materiálu 5:b:M

M:a:1							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0806	0,0814	0,0819	0,0813	0,0830	0,0841	0,0879
	0,0807	0,0816	0,0818	0,0815	0,0826	0,0837	0,0878
	0,0808	0,0808	0,0815	0,0817	0,0827	0,0845	0,0874
	0,0807	0,0814	0,0828	0,0818	0,0836	0,0838	0,0873
	0,0810	0,0814	0,0825	0,0821	0,0830	0,0845	0,0871
	0,0795	0,0804	0,0802	0,0829	0,0845	0,0847	0,0891
	0,0795	0,0798	0,0801	0,0824	0,0849	0,0845	0,0884
	0,0798	0,0802	0,0802	0,0826	0,0844	0,0843	0,0882
	0,0800	0,0801	0,0800	0,0827	0,0841	0,0847	0,0881
	0,0794	0,0799	0,0803	0,0825	0,0843	0,0847	0,0890
	0,0802	0,0810	0,0812	0,0835	0,0838	0,0848	0,0867
	0,0796	0,0809	0,0819	0,0833	0,0837	0,0850	0,0872
	0,0797	0,0809	0,0814	0,0833	0,0840	0,0852	0,0873
	0,0795	0,0807	0,0815	0,0830	0,0841	0,0853	0,0871
	0,0800	0,0808	0,0818	0,0832	0,0841	0,0848	0,0872
λ_{\square} [W/mK]	0,0801	0,0807	0,0813	0,0825	0,0838	0,0846	0,0877
s [W/mK]	0,0006	0,0006	0,0009	0,0007	0,0007	0,0005	0,0007
v [%]	0,6969	0,7088	1,0997	0,8742	0,8093	0,5419	0,8071
95% IS	<0,0798; 0,0804>	<0,0804; 0,0810>	<0,0808; 0,0818>	<0,0821; 0,0829>	<0,0835; 0,0841>	<0,0844; 0,0848>	<0,0873; 0,0881>



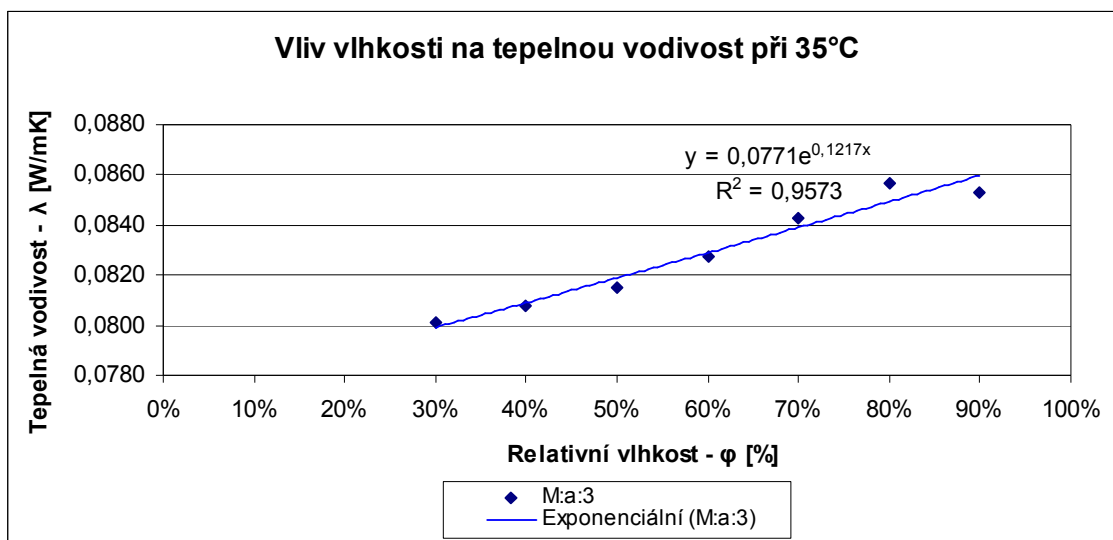
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:1

M:a:2							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0803	0,0808	0,0815	0,0827	0,0832	0,0854	0,0861
	0,0805	0,0807	0,0823	0,0827	0,0832	0,0857	0,0855
	0,0802	0,0806	0,0818	0,0829	0,0829	0,0848	0,0856
	0,0805	0,0806	0,0816	0,0825	0,0834	0,0854	0,0857
	0,0807	0,0809	0,0819	0,0826	0,0836	0,0855	0,0853
	0,0804	0,0806	0,0818	0,0829	0,0840	0,0851	0,0861
	0,0805	0,0807	0,0821	0,0828	0,0846	0,0850	0,0860
	0,0799	0,0805	0,0815	0,0830	0,0842	0,0852	0,0863
	0,0802	0,0806	0,0813	0,0831	0,0847	0,0856	0,0870
	0,0799	0,0806	0,0814	0,0830	0,0846	0,0856	0,0867
	0,0802	0,0811	0,0817	0,0827	0,0838	0,0845	0,0862
	0,0803	0,0810	0,0818	0,0823	0,0836	0,0847	0,0866
	0,0798	0,0806	0,0815	0,0824	0,0833	0,0842	0,0869
	0,0805	0,0806	0,0819	0,0822	0,0841	0,0849	0,0878
	0,0798	0,0809	0,0825	0,0825	0,0841	0,0844	0,0862
λ_{\square} [W/mK]	0,0802	0,0807	0,0818	0,0827	0,0838	0,0851	0,0862
s [W/mK]	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0005	0,0005	0,0007
v [%]	0,3589	0,2286	0,4065	0,3304	0,6559	0,5598	0,7646
95% IS	<0,0801; 0,0803>	<0,0806; 0,0808>	<0,0816; 0,0820>	<0,0826; 0,0828>	<0,0835; 0,0841>	<0,0849; 0,0853>	<0,0859; 0,0865>



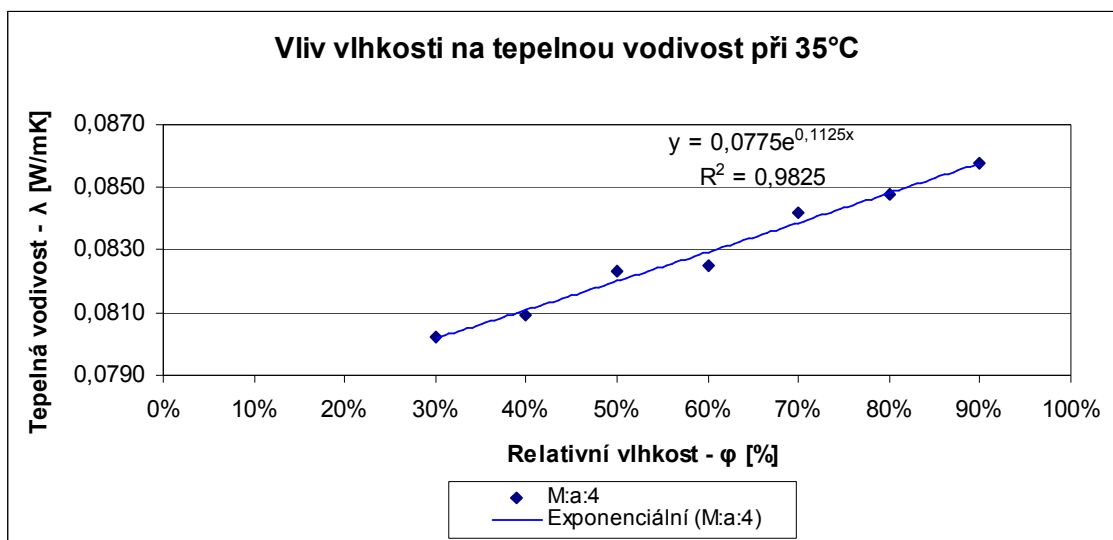
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:2

M:a:3							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0804	0,0806	0,0815	0,0827	0,0839	0,0855	0,0842
	0,0803	0,0808	0,0811	0,0824	0,0839	0,0861	0,0848
	0,0802	0,0809	0,0812	0,0831	0,0835	0,0855	0,0852
	0,0801	0,0816	0,0810	0,0825	0,0841	0,0859	0,0853
	0,0800	0,0812	0,0809	0,0831	0,0841	0,0858	0,0847
	0,0797	0,0806	0,0819	0,0830	0,0844	0,0850	0,0852
	0,0799	0,0807	0,0813	0,0826	0,0847	0,0855	0,0864
	0,0804	0,0804	0,0814	0,0825	0,0848	0,0852	0,0865
	0,0802	0,0800	0,0813	0,0826	0,0845	0,0851	0,0861
	0,0801	0,0810	0,0812	0,0826	0,0843	0,0855	0,0867
	0,0801	0,0807	0,0817	0,0830	0,0842	0,0860	0,0853
	0,0800	0,0807	0,0822	0,0826	0,0845	0,0857	0,0848
	0,0799	0,0808	0,0816	0,0828	0,0840	0,0861	0,0846
	0,0798	0,0806	0,0824	0,0825	0,0848	0,0863	0,0849
	0,0803	0,0811	0,0822	0,0829	0,0846	0,0862	0,0851
λ_{\square} [W/mK]	0,0801	0,0808	0,0815	0,0827	0,0843	0,0857	0,0853
s [W/mK]	0,0002	0,0004	0,0005	0,0002	0,0004	0,0004	0,0007
v [%]	0,2630	0,4589	0,5697	0,2727	0,4378	0,4651	0,8766
95% IS	<0,0800; 0,0802>	<0,0806; 0,0810>	<0,0813; 0,0817>	<0,0826; 0,0828>	<0,0841; 0,0845>	<0,0855; 0,0859>	<0,0849; 0,0857>



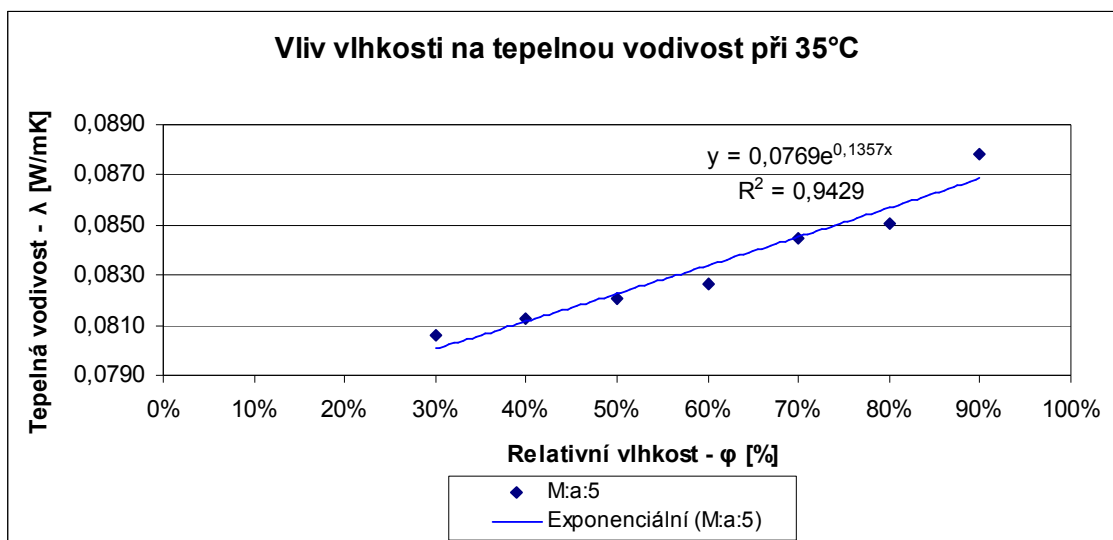
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:3

M:a:4							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0789	0,0812	0,0826	0,0823	0,0848	0,0844	0,0861
	0,0792	0,0809	0,0825	0,0822	0,0847	0,0845	0,0863
	0,0798	0,0811	0,0819	0,0819	0,0842	0,0847	0,0858
	0,0796	0,0808	0,0822	0,0821	0,0841	0,0849	0,0863
	0,0794	0,0809	0,0820	0,0818	0,0844	0,0851	0,0863
	0,0809	0,0804	0,0823	0,0826	0,0842	0,0845	0,0855
	0,0803	0,0806	0,0821	0,0822	0,0838	0,0846	0,0867
	0,0805	0,0809	0,0821	0,0825	0,0839	0,0849	0,0856
	0,0807	0,0812	0,0824	0,0829	0,0836	0,0849	0,0866
	0,0804	0,0805	0,0824	0,0826	0,0840	0,0845	0,0868
	0,0808	0,0812	0,0824	0,0827	0,0841	0,0846	0,0849
	0,0810	0,0808	0,0828	0,0831	0,0844	0,0851	0,0847
	0,0805	0,0809	0,0822	0,0830	0,0847	0,0854	0,0844
	0,0809	0,0813	0,0823	0,0828	0,0842	0,0846	0,0849
	0,0803	0,0810	0,0828	0,0829	0,0841	0,0845	0,0854
λ_{\square} [W/mK]	0,0802	0,0809	0,0823	0,0825	0,0842	0,0848	0,0858
s [W/mK]	0,0007	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0008
v [%]	0,8620	0,3402	0,3380	0,5023	0,4013	0,3510	0,9085
95% IS	<0,0799; 0,0805>	<0,0808; 0,0810>	<0,0822; 0,0824>	<0,0823; 0,0827>	<0,0840; 0,0844>	<0,0846; 0,0850>	<0,0854; 0,0862>



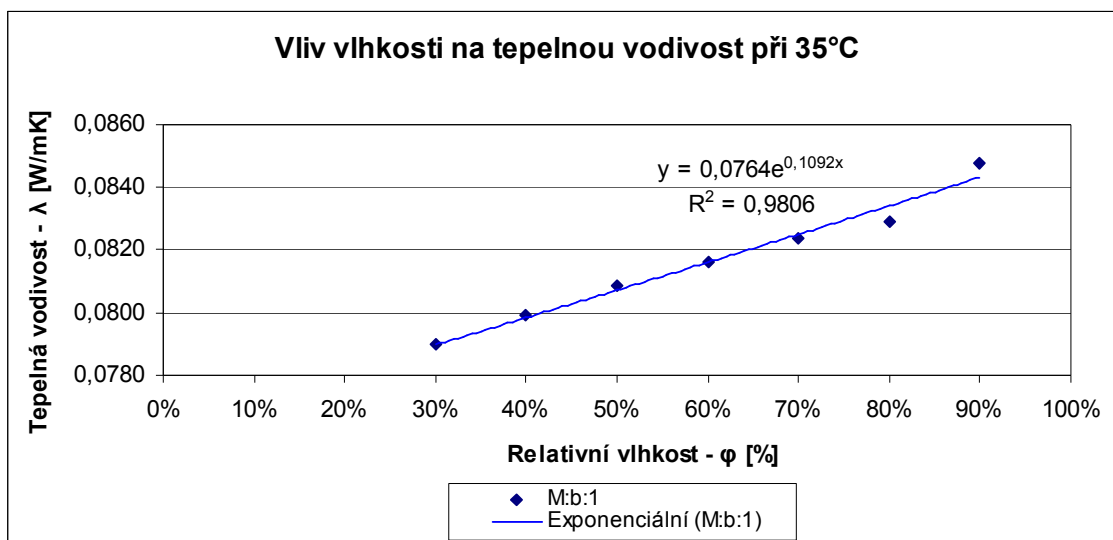
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:4

M:a:5							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0801	0,0812	0,0824	0,0827	0,0848	0,0853	0,0882
	0,0805	0,0816	0,0819	0,0826	0,0842	0,0847	0,0878
	0,0800	0,0821	0,0825	0,0827	0,0844	0,0852	0,0872
	0,0805	0,0818	0,0824	0,0831	0,0850	0,0848	0,0882
	0,0807	0,0819	0,0827	0,0831	0,0846	0,0853	0,0877
	0,0807	0,0811	0,0818	0,0827	0,0837	0,0859	0,0882
	0,0806	0,0813	0,0819	0,0828	0,0847	0,0860	0,0876
	0,0813	0,0818	0,0820	0,0828	0,0842	0,0859	0,0882
	0,0808	0,0809	0,0821	0,0825	0,0842	0,0860	0,0880
	0,0806	0,0810	0,0816	0,0829	0,0845	0,0860	0,0881
	0,0805	0,0805	0,0822	0,0825	0,0846	0,0842	0,0873
	0,0802	0,0809	0,0819	0,0825	0,0846	0,0844	0,0881
	0,0810	0,0809	0,0817	0,0824	0,0843	0,0841	0,0876
	0,0804	0,0808	0,0822	0,0821	0,0849	0,0843	0,0886
	0,0808	0,0808	0,0819	0,0820	0,0846	0,0842	0,0870
λ_{\square} [W/mK]	0,0806	0,0812	0,0821	0,0826	0,0845	0,0851	0,0878
s [W/mK]	0,0003	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0007	0,0004
v [%]	0,4246	0,6017	0,3855	0,3868	0,3994	0,8642	0,5025
95% IS	<0,0804; 0,0808>	<0,0810; 0,0814>	<0,0819; 0,0823>	<0,0824; 0,0828>	<0,0843; 0,0847>	<0,0847; 0,0855>	<0,0876; 0,0880>



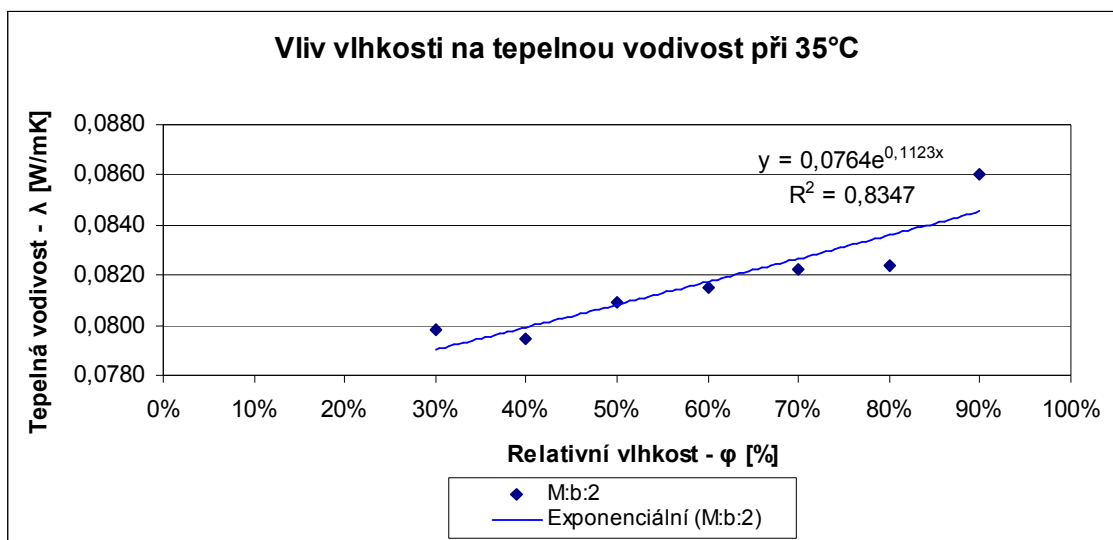
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:a:5

M:b:1							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0789	0,0800	0,0810	0,0817	0,0825	0,0819	0,0850
	0,0787	0,0808	0,0814	0,0823	0,0821	0,0826	0,0852
	0,0790	0,0802	0,0814	0,0819	0,0822	0,0828	0,0853
	0,0785	0,0803	0,0813	0,0821	0,0823	0,0825	0,0851
	0,0790	0,0804	0,0814	0,0823	0,0820	0,0825	0,0855
	0,0791	0,0791	0,0797	0,0810	0,0828	0,0830	0,0843
	0,0790	0,0799	0,0800	0,0819	0,0822	0,0833	0,0847
	0,0791	0,0799	0,0796	0,0813	0,0825	0,0825	0,0853
	0,0784	0,0797	0,0799	0,0818	0,0821	0,0829	0,0850
	0,0791	0,0798	0,0807	0,0816	0,0821	0,0833	0,0848
	0,0791	0,0797	0,0815	0,0813	0,0826	0,0833	0,0845
	0,0793	0,0804	0,0814	0,0815	0,0826	0,0833	0,0842
	0,0792	0,0796	0,0811	0,0814	0,0827	0,0833	0,0843
	0,0792	0,0794	0,0809	0,0809	0,0825	0,0837	0,0839
	0,0789	0,0796	0,0812	0,0811	0,0827	0,0831	0,0845
λ_{\square} [W/mK]	0,0790	0,0799	0,0808	0,0816	0,0824	0,0829	0,0848
s [W/mK]	0,0002	0,0004	0,0007	0,0005	0,0003	0,0005	0,0005
v [%]	0,3101	0,5553	0,8489	0,5625	0,3277	0,5726	0,5588
95% IS	<0,0789; 0,0791>	<0,0797; 0,0801>	<0,0805; 0,0811>	<0,0814; 0,0818>	<0,0823; 0,0825>	<0,0827; 0,0831>	<0,0846; 0,0850>



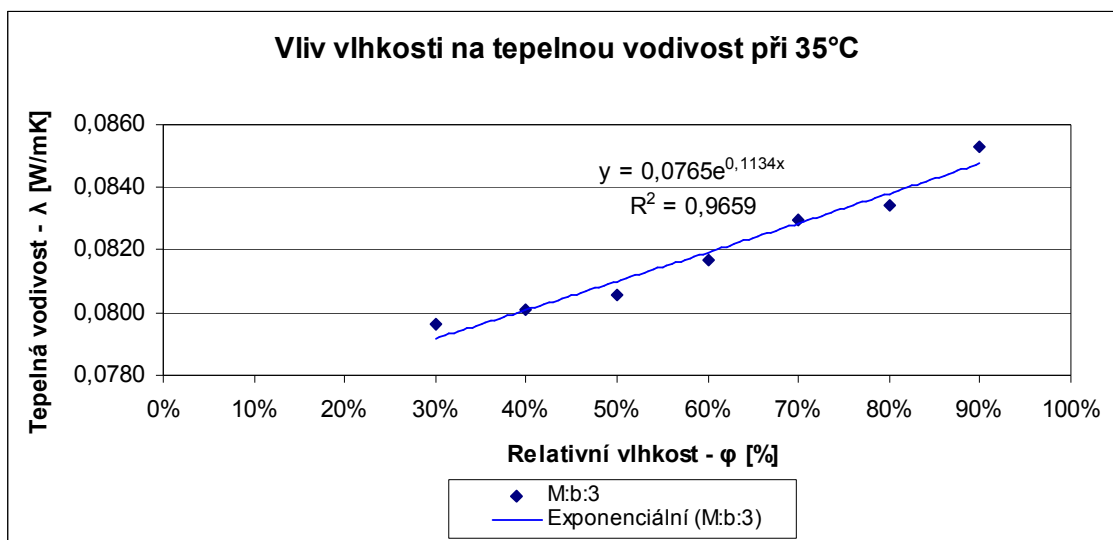
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:1

M:b:2							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0794	0,0801	0,0811	0,0817	0,0830	0,0820	0,0856
	0,0795	0,0798	0,0815	0,0817	0,0832	0,0826	0,0848
	0,0792	0,0798	0,0812	0,0820	0,0833	0,0825	0,0857
	0,0794	0,0800	0,0813	0,0822	0,0832	0,0823	0,0854
	0,0795	0,0800	0,0817	0,0818	0,0741	0,0823	0,0863
	0,0803	0,0786	0,0802	0,0811	0,0817	0,0823	0,0862
	0,0799	0,0789	0,0807	0,0819	0,0823	0,0822	0,0866
	0,0797	0,0792	0,0801	0,0817	0,0825	0,0825	0,0865
	0,0800	0,0787	0,0808	0,0818	0,0825	0,0822	0,0865
	0,0796	0,0788	0,0808	0,0816	0,0826	0,0823	0,0864
	0,0801	0,0796	0,0810	0,0814	0,0829	0,0829	0,0866
	0,0801	0,0797	0,0808	0,0807	0,0829	0,0825	0,0862
	0,0802	0,0798	0,0808	0,0807	0,0831	0,0826	0,0861
	0,0803	0,0794	0,0808	0,0808	0,0830	0,0823	0,0861
	0,0800	0,0797	0,0812	0,0813	0,0829	0,0823	0,0860
λ_{\square} [W/mK]	0,0798	0,0795	0,0809	0,0815	0,0822	0,0824	0,0861
s [W/mK]	0,0003	0,0005	0,0004	0,0005	0,0023	0,0002	0,0005
v [%]	0,4382	0,6418	0,5308	0,5859	2,7742	0,2700	0,5844
95% IS	<0,0796; 0,0800>	<0,0792; 0,0798>	<0,0807; 0,0811>	<0,0813; 0,0817>	<0,0810; 0,0834>	<0,0823; 0,0825>	<0,0858; 0,0864>



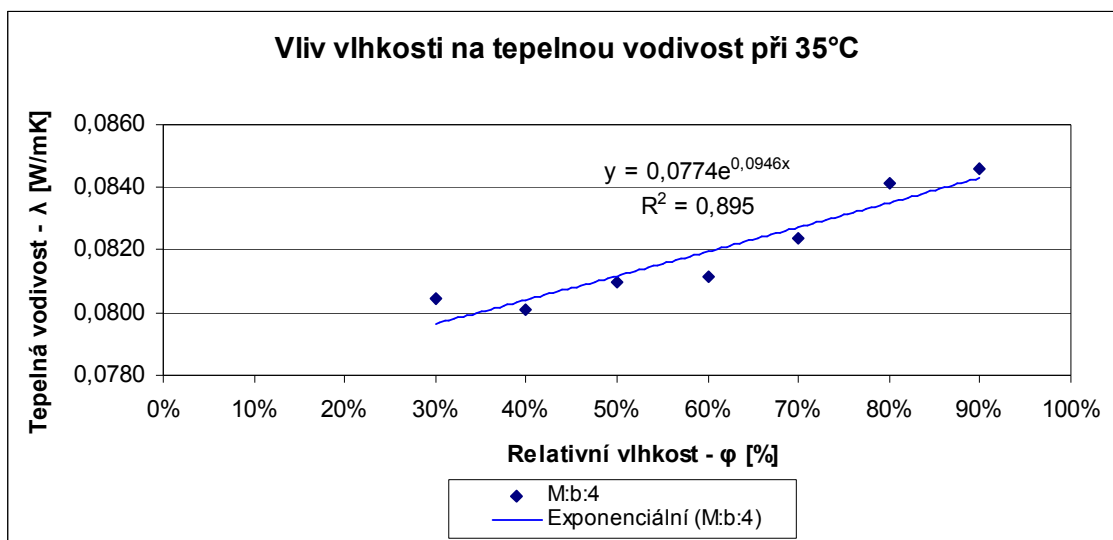
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:2

M:b:3							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0791	0,0804	0,0807	0,0820	0,0827	0,0839	0,0850
	0,0792	0,0803	0,0811	0,0816	0,0831	0,0837	0,0852
	0,0800	0,0807	0,0811	0,0817	0,0836	0,0844	0,0849
	0,0792	0,0808	0,0807	0,0815	0,0832	0,0836	0,0853
	0,0798	0,0804	0,0818	0,0816	0,0831	0,0846	0,0846
	0,0796	0,0801	0,0806	0,0809	0,0823	0,0830	0,0851
	0,0794	0,0794	0,0804	0,0813	0,0823	0,0834	0,0846
	0,0797	0,0798	0,0802	0,0813	0,0823	0,0828	0,0848
	0,0797	0,0796	0,0796	0,0808	0,0827	0,0829	0,0851
	0,0798	0,0803	0,0802	0,0813	0,0824	0,0833	0,0847
	0,0802	0,0802	0,0802	0,0818	0,0834	0,0829	0,0860
	0,0793	0,0796	0,0800	0,0820	0,0835	0,0832	0,0857
	0,0798	0,0799	0,0807	0,0819	0,0834	0,0834	0,0864
	0,0799	0,0798	0,0807	0,0824	0,0836	0,0829	0,0860
		0,0803	0,0803	0,0823	0,0833	0,0838	0,0856
λ_{\square} [W/mK]	0,0796	0,0801	0,0806	0,0817	0,0830	0,0835	0,0853
s [W/mK]	0,0003	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005
v [%]	0,4203	0,5176	0,6418	0,5675	0,6050	0,6736	0,6336
95% IS	<0,0794; 0,0798>	<0,0799; 0,0803>	<0,0803; 0,0809>	<0,0815; 0,0819>	<0,0827; 0,0833>	<0,0832; 0,0838>	<0,0850; 0,0856>



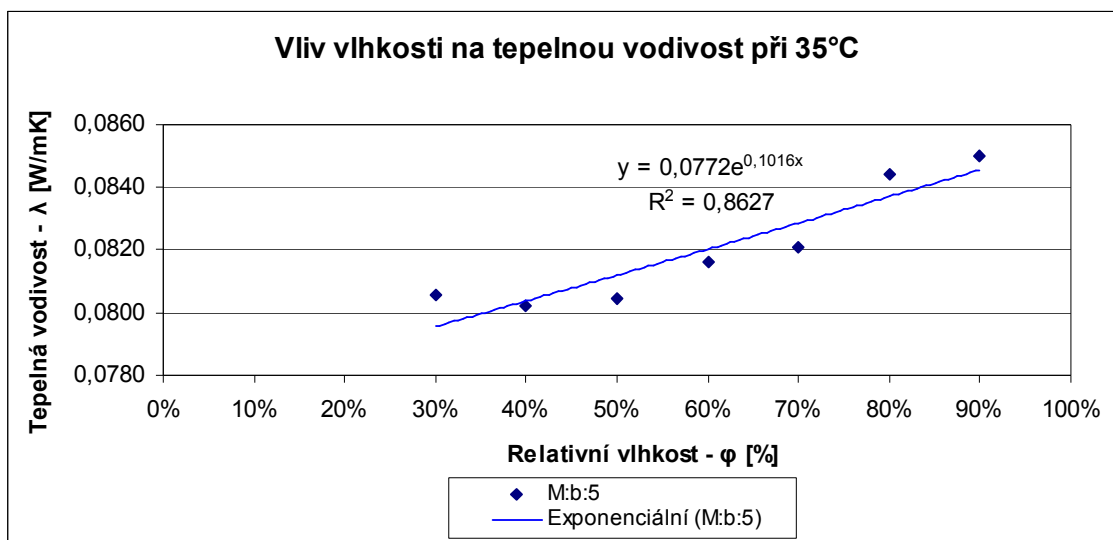
Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:3

M:b:4							
Relativní vlhkost φ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0800	0,0802	0,0807	0,0808	0,0824	0,0852	0,0848
	0,0796	0,0802	0,0806	0,0818	0,0822	0,0847	0,0849
	0,0805	0,0800	0,0811	0,0808	0,0826	0,0848	0,0848
	0,0796	0,0803	0,0808	0,0809	0,0822	0,0849	0,0851
	0,0809	0,0806	0,0810	0,0806	0,0819	0,0848	0,0851
	0,0799	0,0803	0,0811	0,0809	0,0830	0,0850	0,0836
	0,0793	0,0803	0,0809	0,0810	0,0830	0,0850	0,0843
	0,0812	0,0806	0,0807	0,0812	0,0828	0,0855	0,0842
	0,0796	0,0802	0,0807	0,0812	0,0829	0,0833	0,0844
	0,0817	0,0802	0,0807	0,0813	0,0832	0,0827	0,0840
	0,0798	0,0797	0,0811	0,0812	0,0825	0,0833	0,0846
	0,0813	0,0797	0,0812	0,0816	0,0815	0,0834	0,0848
	0,0801	0,0801	0,0814	0,0813	0,0815	0,0828	0,0845
	0,0814	0,0794	0,0815	0,0808	0,0817	0,0827	0,0851
	0,0816	0,0798	0,0815	0,0818	0,0820	0,0837	0,0845
λ_{\square} [W/mK]	0,0804	0,0801	0,0810	0,0811	0,0824	0,0841	0,0846
s [W/mK]	0,0008	0,0003	0,0003	0,0004	0,0006	0,0010	0,0004
v [%]	1,0272	0,4166	0,3857	0,4480	0,6744	1,2119	0,5134
95% IS	<0,0800; 0,0808>	<0,0799; 0,0803>	<0,0808; 0,0812>	<0,0809; 0,0813>	<0,0821; 0,0827>	<0,0836; 0,0846>	<0,0844; 0,0848>



Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:4

M:b:5							
Relativní vlhkost ϕ [%]	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	0,0786	0,0802	0,0800	0,0817	0,0820	0,0840	0,0850
	0,0794	0,0807	0,0809	0,0815	0,0819	0,0844	0,0852
	0,0787	0,0808	0,0804	0,0814	0,0821	0,0848	0,0855
	0,0805	0,0808	0,0804	0,0815	0,0822	0,0844	0,0855
	0,0806	0,0807	0,0810	0,0817	0,0822	0,0844	0,0853
	0,0811	0,0796	0,0803	0,0810	0,0820	0,0844	0,0850
	0,0808	0,0795	0,0801	0,0814	0,0819	0,0845	0,0847
	0,0810	0,0801	0,0801	0,0811	0,0820	0,0844	0,0845
	0,0815	0,0800	0,0805	0,0815	0,0823	0,0848	0,0847
	0,0813	0,0795	0,0800	0,0814	0,0821	0,0845	0,0849
	0,0801	0,0802	0,0806	0,0818	0,0823	0,0841	0,0850
	0,0813	0,0801	0,0805	0,0817	0,0821	0,0847	0,0845
	0,0810	0,0800	0,0808	0,0819	0,0821	0,0842	0,0851
	0,0814	0,0802	0,0808	0,0823	0,0824	0,0844	0,0851
	0,0812	0,0807	0,0802	0,0823	0,0821	0,0847	0,0849
λ_{\square} [W/mK]	0,0806	0,0802	0,0804	0,0816	0,0821	0,0844	0,0850
s [W/mK]	0,0010	0,0005	0,0003	0,0004	0,0001	0,0002	0,0003
v [%]	1,1796	0,5963	0,3970	0,4438	0,1738	0,2754	0,3716
95% IS	<0,0801; 0,0811>	<0,0800; 0,0804>	<0,0802; 0,0806>	<0,0814; 0,0818>	<0,0820; 0,0822>	<0,0843; 0,0845>	<0,0848; 0,0852>



Tabulka a graf sendvičového materiálu M:b:5

Příloha 2

Tabulky hodnot tepelné vodivosti pro všechny sendvičové materiály.

	Označení materiálů	Relativní vlhkost φ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	1:a:M	0,0571	0,0576	0,0571	0,0578	0,058	0,0591	0,0615
	2:a:M	0,0513	0,0521	0,0528	0,0539	0,0539	0,0551	0,0581
	3:a:M	0,0562	0,058	0,058	0,0581	0,0585	0,0598	0,0616
	4:a:M	0,0564	0,058	0,0599	0,0606	0,0606	0,064	0,0653
	5:a:M	0,0555	0,0552	0,056	0,0561	0,0564	0,057	0,0595
	1:b:M	0,0556	0,0566	0,0563	0,0563	0,0578	0,058	0,0614
	2:b:M	0,0504	0,0512	0,052	0,0528	0,0535	0,0544	0,0568
	3:b:M	0,0567	0,0572	0,0582	0,0587	0,0593	0,0598	0,0616
	4:b:M	0,0556	0,0567	0,0578	0,06	0,0609	0,0628	0,0649
	5:b:M	0,054	0,0537	0,0548	0,0547	0,0544	0,0551	0,0571

Tabulka hodnot tepelné vodivosti měřených z pohledu 1. vrstvy při 20°C

	Označení materiálů	Relativní vlhkost φ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	1:a:M	0,0584	0,0597	0,0589	0,0599	0,0603	0,0622	0,0682
	2:a:M	0,0517	0,0536	0,0541	0,0551	0,057	0,0581	0,0606
	3:a:M	0,0576	0,059	0,0593	0,0602	0,0608	0,0622	0,0656
	4:a:M	0,0574	0,0597	0,0618	0,0624	0,0666	0,0678	0,0726
	5:a:M	0,0558	0,0571	0,0567	0,0572	0,0577	0,0587	0,0631
	1:b:M	0,0571	0,0575	0,058	0,0589	0,0596	0,0608	0,0636
	2:b:M	0,0517	0,0528	0,0534	0,0537	0,0554	0,0566	0,0604
	3:b:M	0,058	0,0586	0,0592	0,0601	0,061	0,0625	0,0644
	4:b:M	0,057	0,059	0,0594	0,0625	0,0645	0,0672	0,0705
	5:b:M	0,0538	0,055	0,0548	0,0553	0,0565	0,0573	0,0599

Tabulka hodnot tepelné vodivosti měřených z pohledu 1. vrstvy při 35°C

	Označení materiálů	Relativní vlhkost φ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	M:a:1	0,0788	0,0793	0,0802	0,0806	0,0817	0,082	0,0851
	M:a:2	0,0789	0,0788	0,0795	0,0804	0,0815	0,0823	0,0848
	M:a:3	0,0794	0,0799	0,0802	0,081	0,0818	0,0827	0,0864
	M:a:4	0,0788	0,0794	0,0803	0,0807	0,0817	0,0831	0,0862
	M:a:5	0,0785	0,0798	0,0802	0,0793	0,0814	0,0824	0,0864
	M:b:1	0,0777	0,0781	0,079	0,079	0,08	0,0807	0,0841
	M:b:2	0,0778	0,0781	0,0787	0,0792	0,0804	0,0807	0,0837
	M:b:3	0,0777	0,0776	0,0791	0,0792	0,0803	0,0811	0,0839
	M:b:4	0,0781	0,0785	0,0791	0,0788	0,0806	0,0808	0,0845
	M:b:5	0,0778	0,0783	0,0791	0,0794	0,0808	0,0809	0,0844

Tabulka hodnot tepelné vodivosti měřených z pohledu 3. vrstvy při 20°C

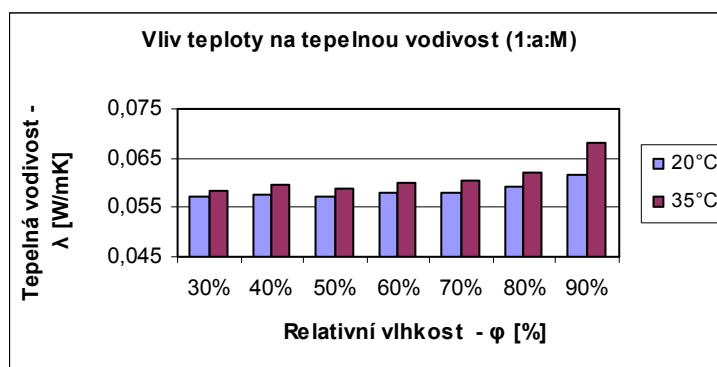
	Označení materiálů	Relativní vlhkost φ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	M:a:1	0,0801	0,0807	0,0813	0,0825	0,0838	0,0846	0,0877
	M:a:2	0,0802	0,0807	0,0818	0,0827	0,0838	0,0851	0,0862
	M:a:3	0,0801	0,0808	0,0815	0,0827	0,0843	0,0857	0,0853
	M:a:4	0,0802	0,0809	0,0823	0,0825	0,0842	0,0848	0,0858
	M:a:5	0,0806	0,0812	0,0821	0,0826	0,0845	0,0851	0,0878
	M:b:1	0,079	0,0799	0,0808	0,0816	0,0824	0,0829	0,0848
	M:b:2	0,0798	0,0795	0,0809	0,0815	0,0822	0,0824	0,0861
	M:b:3	0,0796	0,0801	0,0806	0,0817	0,083	0,0835	0,0853
	M:b:4	0,0804	0,0801	0,081	0,0811	0,0824	0,0841	0,0846
	M:b:5	0,0806	0,0802	0,0804	0,0816	0,0821	0,0844	0,085

Tabulka hodnot tepelné vodivosti měřených z pohledu 3. vrstvy při 35°C

Příloha 3

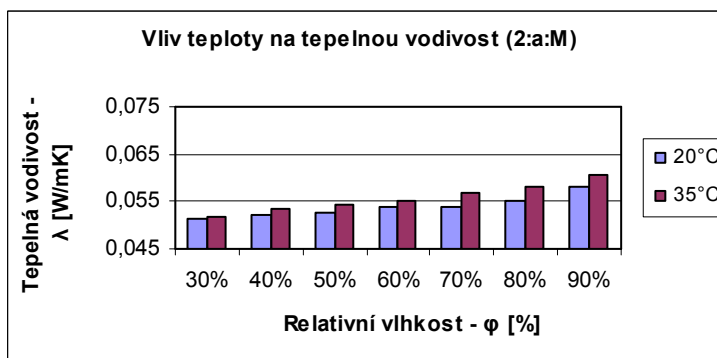
Tabulky a grafy porovnání tepelné vodivosti při teplotě 20°C a 35°C.

Materiály 1:a:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0571	0,0576	0,0571	0,0578	0,058	0,0591	0,0615
	35°C	0,0584	0,0597	0,0589	0,0599	0,0603	0,0622	0,0682



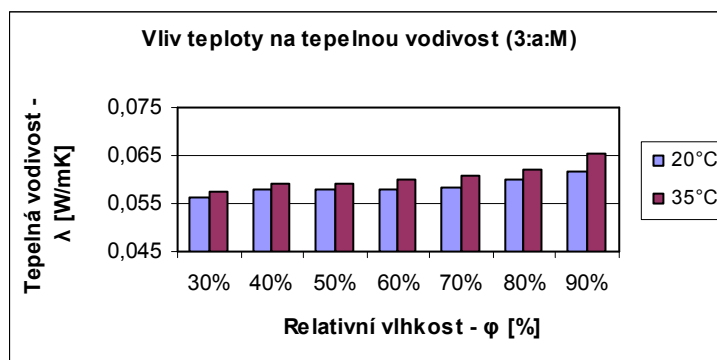
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 1:a:M

Materiály 2:a:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0513	0,0521	0,0528	0,0539	0,0539	0,0551	0,0581
	35°C	0,0517	0,0536	0,0541	0,0551	0,057	0,0581	0,0606



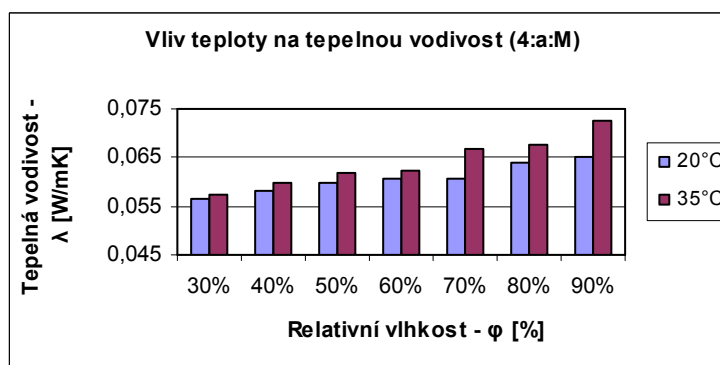
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 2:a:M

Materiály 3:a:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0562	0,058	0,058	0,0581	0,0585	0,0598	0,0616
	35°C	0,0576	0,059	0,0593	0,0602	0,0608	0,0622	0,0656



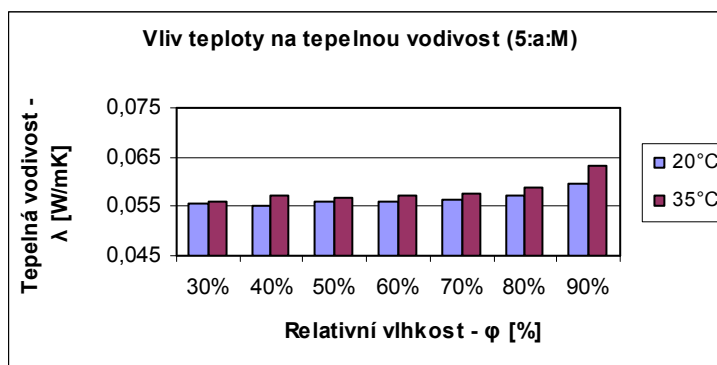
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 3:a:M

Materiály 4:a:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0564	0,058	0,0599	0,0606	0,0606	0,064	0,0653
	35°C	0,0574	0,0597	0,0618	0,0624	0,0666	0,0678	0,0726



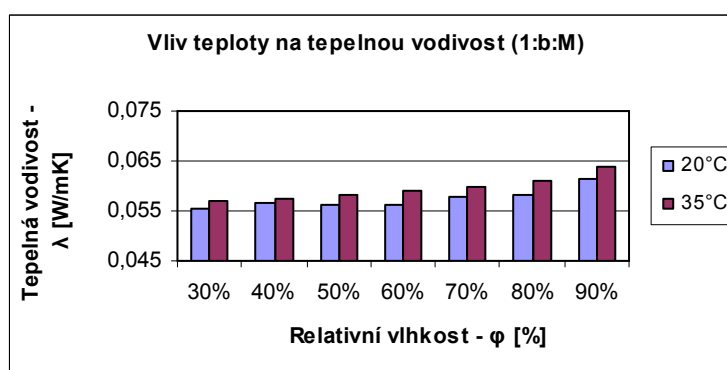
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 4:a:M

Materiály 5:a:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0555	0,0552	0,056	0,0561	0,0564	0,057	0,0595
	35°C	0,0558	0,0571	0,0567	0,0572	0,0577	0,0587	0,0631



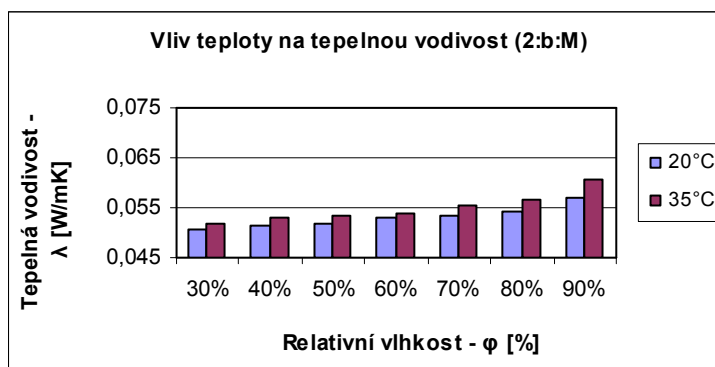
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 5:a:M

Materiály 1:b:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0556	0,0566	0,0563	0,0563	0,0578	0,058	0,0614
	35°C	0,0571	0,0575	0,058	0,0589	0,0596	0,0608	0,0636



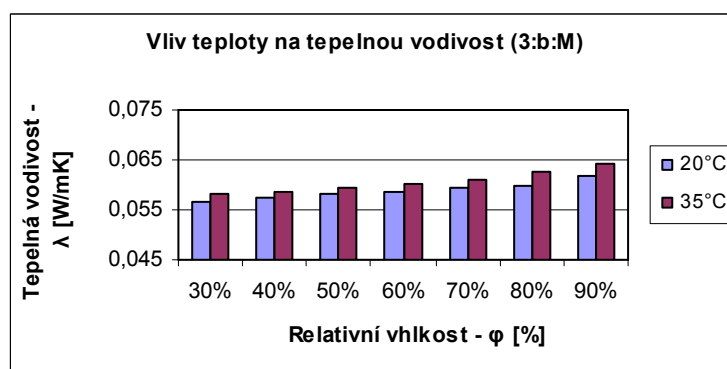
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 1:b:M

Materiály 2:b:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0504	0,0512	0,052	0,0528	0,0535	0,0544	0,0568
	35°C	0,0517	0,0528	0,0534	0,0537	0,0554	0,0566	0,0604



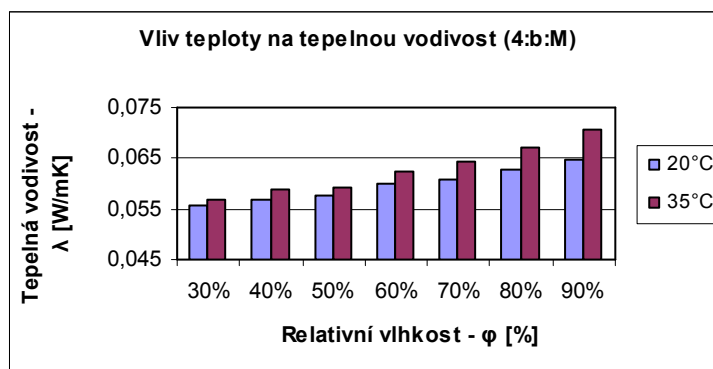
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 2:b:M

Materiály 3:b:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0567	0,0572	0,0582	0,0587	0,0593	0,0598	0,0616
	35°C	0,058	0,0586	0,0592	0,0601	0,061	0,0625	0,0644



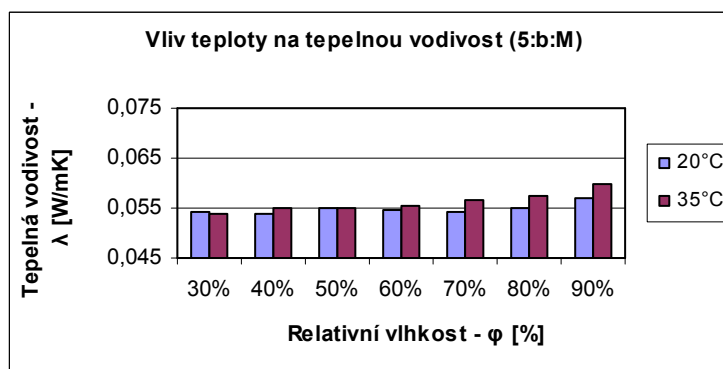
Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 3:b:M

Materiály 4:b:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,0556	0,0567	0,0578	0,06	0,0609	0,0628	0,0649
	35°C	0,057	0,059	0,0594	0,0625	0,0645	0,0672	0,0705



Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 4:b:M

Materiály 5:b:M								
	°C	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	20°C	0,054	0,0537	0,0548	0,0547	0,0544	0,0551	0,0571
	35°C	0,0538	0,055	0,0548	0,0553	0,0565	0,0573	0,0599



Tabulka a graf vlivu teploty na tepelnou vodivost u sendvičového materiálu 5:b:M

Příloha 4

Tabulka hodnot tepelné vodivosti pro jednotlivé vrstvy sendvičových materiálů a jejich různé kombinace.

	Označení materiálů	Relativní vlhkost φ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná vodivost λ [W/mK]	5	0,0613	0,0612	0,0614	0,0619	0,0628	0,0644	0,0662
	5:a	0,0571	0,0574	0,0574	0,0584	0,0584	0,0592	0,0615
	a	0,0461	0,0460	0,0468	0,0471	0,0477	0,0487	0,0512
	a:M	0,0449	0,0454	0,0461	0,0468	0,0474	0,0484	0,0510
	M	0,0658	0,0663	0,0664	0,0668	0,0685	0,0687	0,0722
	5:a:M	0,0568	0,0567	0,0575	0,0580	0,0585	0,0588	0,0605
	5:b	0,0555	0,0563	0,0561	0,0561	0,0572	0,0577	0,0597
	b	0,0558	0,0574	0,0571	0,0591	0,0612	0,0629	0,0648
	b:M	0,0559	0,0570	0,0575	0,0592	0,0606	0,0627	0,0641
	5:b:M	0,0552	0,0551	0,0503	0,0556	0,0562	0,0574	0,0581

Tabulka hodnot tepelné vodivosti naměřená při teplotě 35°C

Příloha 5

Tabulka hodnot tepelné jímavosti pro všechny sendvičové materiály.

	Označení materiálů	Relativní vlhkost ϕ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelná jímavost b [Ws ^{1/2} /m ² K]	1:a:M	109,936	118,842	116,475	119,626	120,816	126,822	145,696
	2:a:M	93,611	99,621	101,184	104,327	110,431	113,720	121,942
	3:a:M	112,379	116,722	117,735	120,470	122,285	126,727	137,490
	4:a:M	111,757	119,085	125,472	127,520	140,717	144,482	160,237
	5:a:M	106,407	110,756	109,304	110,844	112,739	115,688	129,783
	1:b:M	110,785	111,992	113,656	116,488	118,659	122,280	131,309
	2:b:M	93,783	97,02	99,013	99,801	105,253	108,997	121,130
	3:b:M	113,665	115,419	117,321	120,174	122,966	127,729	133,892
	4:b:M	110,427	116,598	117,862	127,677	134,287	142,725	153,147
	5:b:M	100,150	103,865	103,269	104,934	108,676	111,281	119,450

Tabulka hodnot tepelné jímavosti měřených z pohledu 1. vrstvy při 35°C

Příloha 6

Tabulka hodnot tepelného odporu pro všechny sendvičové materiály.

	Označení materiálů	Relativní vlhkost φ [%]						
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Tepelný odpor R [m ² K/W]	1:a:M	0,0403	0,0394	0,0400	0,0393	0,0390	0,0378	0,0345
	2:a:M	0,0476	0,0459	0,0455	0,0446	0,0432	0,0423	0,0406
	3:a:M	0,0354	0,0345	0,0344	0,0339	0,0335	0,0328	0,0311
	4:a:M	0,0409	0,0393	0,0380	0,0376	0,0353	0,0346	0,0323
	5:a:M	0,0428	0,0418	0,0421	0,0417	0,0414	0,0407	0,0378
	1:b:M	0,0699	0,0694	0,0688	0,0678	0,0670	0,0657	0,0628
	2:b:M	0,0788	0,0771	0,0763	0,0758	0,0735	0,0719	0,0674
	3:b:M	0,0640	0,0633	0,0627	0,0617	0,0608	0,0594	0,0576
	4:b:M	0,0700	0,0677	0,0672	0,0639	0,0619	0,0594	0,0566
	5:b:M	0,0737	0,0721	0,0723	0,0717	0,0702	0,0692	0,0662

Tabulka hodnot tepelného odporu měřených z pohledu 1. vrstvy při 35°C